



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los
efluentes de la empresa textil, Chorrillos - 2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Miriam Deysi, Soncco Quispe

ASESOR:

Dr. Cuellar Bautista José Eloy

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2017 - II

PÁGINA DEL JURADO



Presidente

Mg. Fernando Antonio, Sernaque Auccahuasi



Secretario

Mg. Marco Antonio, Herrera Díaz



Aesor

Dr. José Eloy, Cuellar Bautista

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicada a mis padres, Quispe Molina, Francisca y Soncco Salhua, Pedro por ser mi modelo a seguir y mi motivación para lograr alcanzar mis objetivos y metas, a mi Asesor Dr. Cuellar Bautista José Eloy que me brindo los conocimientos para poder ser mejor en nuestra rama profesional.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios, por haberme dado la vida y sobre todas las cosas guiándome por el buen camino.

Agradezco a mis padres por el apoyo, la paciencia y el amor que me han brindado en todo este tiempo elevando mis aspiraciones.

Agradecer a la Universidad César Vallejo Lima Este por brindarme sus instalaciones para mi formación como Ingeniera Ambiental.

Asimismo un agradecimiento especial para Dr. Cuellar Bautista José Eloy, por haberme dedicado su tiempo, brindarme sus conocimientos, orientarme y aconsejarme a cada momento. Del mismo modo a Daniel Neciosup Gonzales, por orientarme y brindarme sus conocimientos.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, SONCCO QUISPE, MIRIAM DEYSI con DNI N° 46458552, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. Escuela profesional de ingeniería ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesina son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, Diciembre del 2017



SONCCO QUISPE, MIRIAM DEYSI

Nombres y Apellidos del Estudiante

DNI: 46458552

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, presento ante ustedes la tesis titulada, “**PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE CONTAMINANTES DE LOS EFLUENTES DE LA EMPRESA TEXTIL, CHORRILLOS – 2017**” con la finalidad de disminuir los parámetros físico y químicos de la calidad actual del agua causada por la industria textil, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniería Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

SONCCO QUISPE, MIRIAM DEYSI

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	IV
PRESENTACIÓN	V
ÍNDICE	VI
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Trabajos previos	14
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	18
1.4. Formulación del problema	22
1.5. Justificación del estudio	22
1.6. Hipótesis	23
1.7. Objetivos	23
II. METODOLOGÍA	24
2.1. Diseño de investigación.....	24
2.2. Variables, operacionalización	25
2.3. Población y muestra	26
2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos validez y confiabilidad	27
2.5. Métodos de análisis de datos	36
2.6. Aspectos éticos.....	37
III. RESULTADOS.....	38
3.1. Resultado de análisis inicial	38
3.2. Resultado después de los tratamientos.....	39
3.3. Eficiencia del proceso de electrocoagulación en el tratamiento de los efluentes de la industria textil.....	43

3.4. Análisis Estadístico	45
IV. DISCUSIÓN	56
V. CONCLUSIONES	58
VI. RECOMENDACIONES.....	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
7.1. Referencia Bibliográficas.....	60
7.2. Citas bibliográficas	62
ANEXOS.....	67
ANEXO N°1 Instrumentos (formato de ficha de observación).....	68
ANEXO N°2 Validaciones de los Instrumentos.....	71
ANEXO N°3 Matriz de consistencia.....	81
ANEXO N°4 Esquema del proceso productivo de la industria textil.....	82
ANEXO N°5 Valores máximos admisibles DS N° 021 – 2009 – vivienda.....	83
ANEXO N°6 Toma de muestra para el tratamiento por electrocoagulación	84
ANEXO N°7 Tratamientos por electrocoagulación.....	86
ANEXO N°8 Análisis de parámetros físicos	88
ANEXO N°9 Análisis de parámetros químicos.....	89
ANEXO N°10 Resultados de los tratamientos.....	90
ANEXO N°11 Informe de resultados de laboratorio de biotecnología	91
ANEXO N°12 Originalidad de Tesis TURNITIN	94

ÍNDICE DE TABLA

Tabla Nº 1 Etapas del proceso de electrocoagulación.	18
Tabla Nº 2 Factores que influyen en el proceso de electrocoagulación.	19

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro Nº 1 Operacionalización de variables	25
Cuadro Nº 2 Curva de calibración de DQO	33
Cuadro Nº 3 Promedio de validación	36
Cuadro Nº 4 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos de la muestra inicial.	38
Cuadro Nº 5 Consolidados de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: T1 . Tiempo: 15 minutos; Amperaje: 3A/cm ² y Material: 6 electrodos de hierro.	39
Cuadro Nº 6 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: T2 . Tiempo: 30 minutos; Amperaje: 3A/cm ² y Material: 6 electrodos de hierro.	39
Cuadro Nº 7 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: T3 . Tiempo: 15 minutos; Amperaje: 5A/cm ² y Material: 6 electrodos de hierro.	40
Cuadro Nº 8 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: T4 . Tiempo: 30 minutos; Amperaje: 5A/cm ² y Material: 6 electrodos de hierro.	40
Cuadro Nº 9 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: T5 . Tiempo: 15 minutos; Amperaje: 3A/cm ² y Material: 6 electrodos de aluminio.	41
Cuadro Nº 10 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: T6 . Tiempo: 30 minutos; Amperaje: 3A/cm ² y Material: 6 electrodos de aluminio.	41
Cuadro Nº 11 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: T7 . Tiempo: 15 minutos; Amperaje: 5A/cm ² y Material: 6 electrodos de aluminio.	42
Cuadro Nº 12 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: T8 . Tiempo: 30 minutos; Amperaje: 5A/cm ² y Material: 6 electrodos de aluminio.	42
Cuadro Nº 13 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de conductividad.	46
Cuadro Nº 14 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de conductividad.	46
Cuadro Nº 15 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de SST.....	48
Cuadro Nº 16 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de SST.....	48
Cuadro Nº 17 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de pH.	50
Cuadro Nº 18 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de pH.	50
Cuadro Nº 19 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de DBO ₅	52
Cuadro Nº 20 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de DBO ₅	52
Cuadro Nº 21 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de DQO.	54
Cuadro Nº 22 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de DQO.	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Escala de pH.....	20
Gráfico N° 2 Dimensiones de la celda de electrocoagulación.....	28
Gráfico N° 3 Distribución de Tratamientos.....	30
Gráfico N° 4 Eficiencia del análisis de conductividad eléctrica.	43
Gráfico N° 5 Eficiencia del análisis de SST	44
Gráfico N° 6 Eficiencia del análisis de DBO ₅	44
Gráfico N° 7 Eficiencia del análisis de DQO.	45
Gráfico N° 8 Análisis de Conductividad.	47
Gráfico N° 9 Análisis de SST.	49
Gráfico N° 10 Análisis de pH.....	51
Gráfico N° 11 Análisis de DBO ₅	53
Gráfico N° 12 Análisis de DQO.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Pozo de toma de muestra.....	84
Figura N° 2 Toma de muestras de efluentes de la empresa textil	84
Figura N° 3 Medición de pH y temperatura de los efluentes de la industria textil.....	85
Figura N° 4 Toma de muestra para el tratamiento de electrocoagulación y rotulado.....	85
Figura N° 5 Etiqueta del rotulado	85
Figura N° 6 Fuente de poder variable de 0-10 A.	86
Figura N° 7 Celda.	86
Figura N° 8 Electrodos de aluminio y hierro.....	86
Figura N° 9 Cocodrilos y cables.	86
Figura N° 10 Variación de amperaje.	87
Figura N° 11 Sedimentación de Floccs y formación de espumas.....	87
Figura N° 12 Toma de muestra.	87
Figura N° 13 Filtración.	88
Figura N° 14 Mediciones de solidos suspendidos totales.	88
Figura N° 15 Mediciones de conductividad eléctrica.	88
Figura N° 16 Mediciones de pH.....	89
Figura N° 17 Mediciones de DBO ₅	89
Figura N° 18 Medición de DQO.....	89
Figura N° 19 Tratamientos con electrodos de aluminio.	90
Figura N° 20 Tratamientos con electrodos de hierro.	90

RESUMEN

La empresa textil ubicada en el distrito de Chorrillos, no cuentan con un tratamiento de sus efluentes, las cuales son vertidos al sistema alcantarillado sin ningún tratamiento. Cabe resaltar que así como esta empresa en el sector se puede encontrar lavanderías y tintorerías siendo estas pequeñas pero del mismo modo alteran la calidad del agua.

Por ese motivo se ha planteado realizar un tratamiento de electrocoagulación con el objetivo de evaluar la capacidad del proceso para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos. Para ello se consideró como población a los efluentes generados por dicha empresa tomándose como muestra 64 litros para así evaluar sus parámetros físicos y químicos antes y después del tratamiento se llevó a cabo con dos tipos de electrodos aluminio y hierro así mismo se trabajó con dos tiempos y dos amperajes obteniendo mejores resultados con los electrodos de aluminio con un tiempo de 30 min con una intensidad de corriente de $5A/cm^2$ con la finalidad de ser comparados con los valores máximos admisibles establecidos en el D.S. 021 – 2009 VIVIENDA y a su vez determinar su eficiencia.

Los resultados de los parámetros físicos y químicos obtenidos después del tratamiento muestran un porcentaje de disminución muy elevado encontrándose dentro de los valores máximos admisibles. Obteniendo porcentajes de disminución de 99 % DQO; 97 % SST; 95% DBO₅. Cabe mencionar que los resultados obtenidos antes del tratamiento se encuentran por encima de los límites, excepto el parámetro de DBO₅, obteniendo una disminución significativa con el tratamiento.

Para concluir se puede afirmar que el tratamiento de electrocoagulación logro disminuir los contaminantes de los efluentes de la empresa textil, así mismo se logró mejorar la calidad del efluente que es vertido directamente al sistema alcantarillado.

Palabra cable: aguas residuales, tratamiento de electrocoagulación, calidad del agua.

ABSTRACT

The textile company is located in the district of Chorrillos, there are no accounts with a treatment of their resources, which are discharged into the sewerage system without any treatment. It should be noted that as this company in the sector can find laundries and dry cleaners that are small but also alter the quality of water.

For this reason, it has been proposed to perform an electrocoagulation treatment with the objective of evaluating the capacity of the process for the reduction of contaminants from the effluents of the textile company, Chorrillos. For this purpose, the effluents generated by said company were considered as a population, taking as sample 64 liters to evaluate its physical and chemical parameters before and after the treatment was carried out with two types of aluminum and iron electrodes. And two amperages obtaining better results with the aluminum electrodes with a time of 30 min with a current intensity of 5A / cm² in order to be compared with the maximum admissible values established in the DS 021 - 2009 HOUSING and in turn determine its efficiency.

The results of the physical and chemical parameters obtained after the treatment show a very high percentage of decrease being within the maximum admissible values. Obtaining percentages of decrease of 99% COD; 97% SST; 95% BOD₅. It is worth mentioning that the results obtained before the treatment are above the limits, except for the BOD₅ parameter, obtaining a significant decrease with the treatment.

To conclude, it can be affirmed that the electrocoagulation treatment managed to reduce the pollutants of the effluents of the textile company, likewise it was possible to improve the quality of the effluent that is discharged directly into the sewage system.

Cable word: sewage water, electrocoagulation treatment, water quality.

I. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de los efluentes de la industria textil, generalmente contienen un gran número de contaminantes entre ellos se destaca los colorantes. Estos compuestos se diseñan para ser altamente resistentes. La característica principal de este tipo de trabajo es señalar la importancia que tiene el tratamiento de estos efluentes generados por las industrias textiles ya que sobrepasan parámetros tales como; DQO, DBO, pH, color y salinidad.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas, entre ellas tenemos a la toxicidad provocada por las sales como NaCl y Na₂SO₄ (provenientes del teñido), agentes surfactantes como fenoles, metales pesados que están presentes en los colorantes y compuestos orgánicos como solventes clorados, provenientes del lavado y la limpieza de máquinas. En el proceso de teñido se generan una gran cantidad de efluentes con colorantes ya que alrededor del 30% de estos compuestos se pierden debido a las ineficiencias del proceso de teñido y son descargados al sistema alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento.

De acuerdo varo y segura (2009) menciona que “La situación de los vertidos industriales resulta más preocupante por cuanto un porcentaje nada despreciable de los vertidos directos no cuenta aún con la debida autorización, y muchos otros tienen autorización provisional en fase de regulación” (p.57).

Por ello la aplicación de la electrocoagulación ayuda a la disminución de contaminantes de diversas aguas residuales. En muchos casos se hace una combinación de esta técnica con flotación promovida por electrólisis, cuya finalidad es aumentar la eficiencia de remoción del contaminante.

Dada esta preocupación se tomó en cuenta el estudio de efluentes de un sector que ha ido creciendo en los últimos años, el sector textil, donde una buena parte trabaja en la informalidad o en el proceso de formalización, situación en la cual dejan de lado impactos que puedan producir, así como la mitigación de los mismos. El propósito del estudio es realizar un tratamiento de los efluentes a fin de mejorar la calidad de los mismos y puedan ser reutilizados para lavados de maquinarias.

1.1. Realidad Problemática

Actualmente en el Perú, el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima se encarga de realizar el tratamiento del agua residuales (PTAR). Sin embargo, no se puede realizar de forma óptima pues enfrenta un problema latente; la descarga de aguas residuales de Usuarios No Domésticos, contienen un alto grado de contaminación alterando al ecosistema.

Según Nava,G. y Perez J.(2013), nos menciona que la industria textil puede generar efluentes discontinuos y variables generando así un alto DQO, diversas concentraciones de colorantes y uso de surfactantes esto se debe a la tintura de hilados ocasionando así impactos en el sistema de alcantarillado. (p.46).

Entre los contaminantes se destacan los colorantes. Estos compuestos se diseñan para ser altamente resistentes, Nava,G. y Perez J.(2013), define que para el proceso de teñido se debiera seleccionar los colorantes de buen agotamiento para la disminucion de efluentes de estos contaminantes ademas del DQO y DBO. (p.47).

Diariamente, las industrias textiles descargan grandes volúmenes de aguas que contienen altas concentraciones de colorantes y aditivos, los cuales ocasionan daños considerables al medio ambiente. Es por esto que es necesario aplicar métodos que permitan la eliminación de estos contaminantes.

Ante la problemática descrita anteriormente Arango, A. y Garcés, L. (2007) considera que la electroquímica es una tecnología que en las últimas décadas ha tenido muchas aplicaciones industriales y se ha desarrollado rápidamente ofreciendo alternativas que compiten ventajosamente con distintos procesos. (p.57).

Ahora bien, al abordar el tema de electroquímica, Morales N. [et al.] (2010) Manifiesta que los tratamientos para las aguas residuales industriales, requiere tener en cuenta los principio de la electroquímica, pues ofrecen ser una solución para la remoción de sustancias presentes en las aguas residuales. (p.36). Reduciendo así los impactos ambientales y esperando obtener una mejor calidad de agua tratada cumpliendo la normativa ambiental vigente.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Nacionales

Según Aguilar, E. (2015) quien realizo la tesis *“Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua sintética”* el cual fue sustentado en la Universidad mayor de san marcos- facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica, se planteó como objetivo; determinar la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de aguas. El tipo de diseño que se utilizó en la investigación es experimental, utilizando una metodología descriptiva; para el tratamiento se trabajó con electrodos de aluminio y fierro cuya muestra a tratar fue de un volumen de 4,5 litros, trabajando a pH de 4, 7,12 y 10 con un rango de tiempo de 5, 10,15 y 30 minutos con 3, 5 y 8 Amperios, Obteniendo mejores resultados a condiciones de pH 4, con una intensidad de corriente de 5 amperios y un tiempo de 15 minutos logrando así una eficiencia del 90%, en la remoción DQO. Se llegó a la conclusión; que a partir de los datos obtenidos el proceso de electrocoagulación es aplicables para el tratamiento de aguas residuales. Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone un material que permite tratar las aguas residuales del rubro textil mediante procesos electroquímicos de electrocoagulación, por lo cual hace uso de una estructura de trabajo en base a un enfoque observacional y experimental fueron los que prevalecieron contribuyendo a si mismo al conocimiento de los procesos siendo así una experiencia útil.

1.2.2. Internacionales

Arango, A. Y Garces, L. (2007) quien realizo el trabajo de investigación *“diseño de una celda de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea”* publicado en la revista universidad EAFIT, la investigación permitió establecer la geometría tanto de la celda como de los electrodos, adicionalmente los parámetros eléctricos de la fuente de voltaje. El tipo de diseño que se utilizó en la investigación es experimental, utilizando una metodología descriptiva; para el tratamiento se trabajó con electrodos de aluminio y fierro cuya muestra a tratar fue de un volumen de 2 litros,

trabajando a pH de 4 y 7,5 con un rango de tiempo de 5, 10,15 y 20 minutos con 3 y 5 Amperios, Obteniendo mejores resultados a condiciones de pH 4, con una intensidad de corriente de 5 amperios y un tiempo de 15 minutos logrando así una eficiencia del 80%, en la remoción de DQO y el 85% de la remoción de aceites y grasas. Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone un material que permite tratar las aguas residuales del rubro textil mediante procesos electroquímicos de electrocoagulación, por lo cual hace uso de una estructura de trabajo en base a un enfoque observacional y experimental fueron los que prevalecieron contribuyendo a si mismo al conocimiento de los procesos siendo así una experiencia útil.

Pérez, G. (2015) quien realizo el trabajo *“tratamiento de aguas residuales de la industria textil mediante procesos electroquímicos”* el cual fue sustentado en la Universidad Central Del Ecuador- Facultad de Ingeniería Química, se planteó el siguiente objetivo, evaluar el tratamiento de aguas residuales textiles mediante procesos electroquímicos. El tipo de diseño que se utilizó en la investigación es experimental, utilizando una metodología descriptiva; para el tratamiento se trabajó con electrodos de hierro donde se sometió el efluente cuya muestra a tratar fue de 3 litros a variaciones de pH 5 y 8, potencial 9, 13 y 15 voltios, densidad de corriente 50, 84, 160 y 180 A/m² con variaciones de tiempo de 5, 15, 20 y 30 minutos. Obteniendo mejores resultados a condiciones de pH 5, potencial 15 Voltios, densidad de corriente 160 A/m² y tiempo de 30 minutos Logrando así la remoción de parámetros como la DQO, DBO₅, turbidez y color. Se llegó a la conclusión; que a partir de los datos obtenidos el proceso de electrocoagulación es aplicables para el tratamiento de aguas residuales de la industria textil, obteniendo porcentajes de remoción de DQO: 86 % ,57% color, 59% SS, 95% turbidez. Aplicando el proceso de electrocoagulación. Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone un material que permite tratar las aguas residuales del rubro textil mediante procesos electroquímicos de electrocoagulación, por lo cual hace uso de una estructura de trabajo en base a un enfoque observacional y experimental fueron los que prevalecieron contribuyendo a si mismo al conocimiento de los procesos siendo así una experiencia útil.

Según Oña, b. y Falconí, d. (2013) quienes realizaron la tesis *“tratamiento de aguas residuales del proceso de lavado y tinturado de jeans en la empresa “mundo color” mediante electrocoagulación”*. El cual fue sustentado en la E.S.P. de chimborazo Riobamba Ecuador – Facultad de ingeniería industrial, se planteó el siguiente objetivo. Evaluar las aguas residuales mediante el tratamiento de electrocoagulación. El tipo de diseño que se utilizó en la investigación es experimental, utilizando una metodología descriptiva; para el tratamiento se trabajó con electrodos de aluminio cuyas medidas de los electrodos fueron de 20*4*05 cm con un flujo volumétrico de 4L./minuto, utilizando para ello una fuente de poder variable de 1 - 30 Voltios cuyas variación de tiempo fue de 30 - 45 minutos con una distancia de electrodo de 2 cm. Obteniendo mejores resultados con un tiempo de 45 minutos con un voltaje de 30voltios; por lo que llego a la conclusión que el tratamiento remueve el color a un 96,22% y el DQO hasta un 29,21%. Una mayor carga eléctrica ayuda a que el tratamiento se lleve a cabo en un menor tiempo; este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone un material que permite tratar las aguas residuales mediante el proceso de electrocoagulación por lo cual hace uso de una estructura de trabajo en base a un enfoque observacional y experimental fueron los que prevalecieron contribuyendo a si mismo al conocimiento de los procesos siendo así una experiencia útil.

Según Vidal, J. (2013) quien realizo el trabajo *“Eliminación del Colorante Negro Ácido 194 desde Aguas residuales Textiles Mediante Electrocoagulación”* el cual fue sustentado en la Universidad de Santiago de Chile – Facultad de Química y Biología, se planteó como objetivo Eliminar el colorante Negro Ácido 194 mediante Electrocoagulación. El tipo de diseño que se utilizó en la investigación es experimental, utilizando una metodología descriptiva; para el tratamiento se trabajó con una celda electroquímica de 3,0 L de volumen con agitación constante. Se utilizó un cátodo y un ánodo de iguales dimensiones y naturaleza para cada electrolisis, ambos de dimensiones 80 mm x 150 mm x 1 mm. Y separados por 2 cm entre sí, con pH iniciales 4,0 y 8,5 Los electrodos fueron sumergidos estos fueron conectados a una fuente de poder que proporciona la corriente constante.

Cuya densidad de corriente a evaluar fue de 0,5; 2,5; 5,0 y 10,0 mA/cm² con un tiempo de 30 y 60 min. Obteniendo mejores resultados a condiciones de pH 4,0 utilizando electrodos de aluminio lo que fue muy efectiva en todo el rango de densidad de corriente aplicado (0,5 – 10,0 mA cm²) por 60 minutos; concluyéndose que, a partir de los datos se obtuvo una decoloración total de la solución en menos de 60 minutos y un decaimiento del carbono orgánico total sobre el 75%. Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone un material que permite Eliminar el colorante Negro Ácido 194 mediante Electrocoagulación, por lo cual hace uso de una estructura de trabajo en base a un enfoque observacional y experimental fueron los que prevalecieron contribuyendo a si mismo al conocimiento de los procesos.

Según Maldonado, A. y Molina, R. (2011) quienes realizaron la tesis *“Estudio Para la Reducción de Colorantes de las Aguas Residuales de la Industria Textil a Través de Procesos Electroquímicos”* el cual fue sustentado en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca – Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales plantea el siguiente objetivo de determinar los parámetros con los cuales debe trabajar un proceso electroquímico para dar un tratamiento a las aguas residuales de las industria textiles. Utilizando como diseño metodológico el experimental y como diseño de investigación exploratorio. En cuanto a la metodología se tuvo en cuenta tres parámetros: como primer parámetro está el tiempo de decoloración; cuyo punto de degradación del color ocurre a la tercera hora. El segundo parámetro es el pH se trabajó con un rango de 7 y con 14 pH y por último el voltaje; cuya muestra evaluada se realizó con 15 y 30 voltios con electrodos de aluminio. El volumen a tratar fue de 8 Litros; concluyéndose que a partir de los datos obtenidos el tratamiento más eficiente es con un pH 12, voltaje 30 en un tiempo de tres horas obteniendo un mayor rendimiento en la remoción de color pudiendo llegar de 70% a 90% de decoloración. Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone un material que permite remover el color mediante electrocoagulación, por lo cual hace uso de una estructura de trabajo en base a un enfoque observacional y experimental fueron los que prevalecieron contribuyendo a si mismo al conocimiento de los procesos.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Marco teórico

Roa, G.; Linares, I. y Amaya, A. (2014), menciona que el proceso de electrocoagulación desestabiliza las partículas dispersas usualmente se utilizan electrodos de hierro y aluminio, al aplicar corriente eléctrica generan iones de (Fe^{2+}) ó (Al^{3+}) ; siendo estos buenos coagulantes, así mismo desestabilizan las partículas dispersas presentes en el agua. Estas partículas desestabilizadas se unen para formar floculos, al mismo tiempo las burbujas que se forman en el cátodo hacen que los floculos formados floten, ayudando a la separación de partículas del agua a tratar. (p.167).

Asimismo Roa, G.; Linares, I. y Amaya, A. (2014), manifiestan que las celdas electroquímicas más usadas consisten en un tanque rectangular en el cual se encuentran los electrodos distribuidos de forma paralela y con un espacio constante; en la actualidad estas celdas industriales están construidas de concreto polimérico, debido a su alta resistencia a la corrosión. (p.109).

Roa, G.; Linares, I. y Amaya, A. (2014), "La electrocoagulación produce cationes metálicos in situ, en lugar de dosificarlos externamente. Generan gases electrolíticos, especialmente hidrógeno, en el cátodo. Teniendo la capacidad de remover sólidos suspendidos, metales pesados, colorantes, materia orgánica, grasas, aceites, iones y otros". (p.168 - 170).

ETAPAS DEL PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN
1. Reacciones electrolíticas en la superficie del electrodo.
2. Formación de coagulantes en la fase acuosa.
3. Los coagulantes adsorben a los contaminantes solubles o coloidales y se remueven por sedimentación o por flotación

Tabla Nº 1 Etapas del proceso de electrocoagulación.

Fuente: Roa, G.; Linares, I. y Amaya, A. Aplicaciones electroquímicas al tratamiento de las aguas residuales, 2014, p.170.

Por otra parte los factores más importantes que influyen en el tratamiento son; el pH, temperatura, NaCl y tipo de material de electrodos estos factores están relacionados directamente con la eficiencia del mismo.

FACTORES	DESCRIPCION
Ph	El pH de trabajo depende mucho de la naturaleza de contaminantes; sin embargo se ha encontrado que las eficiencias de corriente del aluminio son más altas en condiciones acidas o alcalinas que a condiciones neutras, para los diferentes tipos de aguas que se han tratado con electrocoagulación, se puede observar que el intervalo de pH optimo es de 6 a 8
Temperatura	Temperatura sobre la electrocoagulación no han sido muy investigados, sin embargo señala que la eficiencia en la corriente se incrementa inicialmente hasta llegar a 60° C. El incremento de la eficiencia de corriente con la temperatura se atribuye al incremento en la actividad de destrucción de la película de óxido de aluminio sobre la superficie del electrodo.
Cloruro de sodio	El cloruro de sodio se emplea usualmente para incrementar la conductividad del agua o del agua residual que se va a trabajar.
Tipo de material de electrodos	Los materiales que se suelen emplear en la electrocoagulación son aluminio y hierro. La configuración de los electrodos, generalmente es en forma de platos de aluminio o hierro; se han encontrado que la principal aplicación de los electrodos de aluminio es para el tratamiento de aguas, debido a su alta eficiencia en la autogeneración de agentes coagulantes.

Tabla N° 2 Factores que influyen en el proceso de electrocoagulación.

Fuente: Roa, G.; Linares, I. y Amaya, A. Aplicaciones electroquímicas al tratamiento de las aguas residuales, 2014, p.174.

Nava, G. (2003) menciona que la contaminación del agua altera los parámetros físicos químicos, y biológicos en la calidad del agua provocando un efecto dañino. Afirmando que cualquiera que sea su procedencia, los efluentes de aguas residuales presentan una amenaza para los seres vivos y el medio ambiente, produciendo una alteración. (p.10).

Así mismo la corporación financiera internacional, en la guía sobre medio ambiente, salud y seguridad, (2007). Menciona que los efluentes generados a partir de procesos industriales, cuyas actividades como la operación y mantenimiento de equipos utilizan insumos como sustancias químicas orgánicas, ácidos, bases entre otros ocasionando que las aguas se contaminen y causan el deterioro del OD, nutrientes, entre otros. (p.32).

Polli,L.(2015) nos menciona que las descargas de efluentes sin tratamiento tiene una alta presencia de materia orgánica por lo que causa una disminución del nivel de OD en los ríos. Así mismo la variación de parametros orgalonnelticos y turbidez. La presencia de metales pesados provoca la intoxicación de toda la cadena alimenticia, la presencia de nutrientes en los desagües proporcionan la superfloracion de algas y plantas en los cuerpos de agua (Polli,L.2015,p.18).

1.3.2. Marco Conceptual

Parámetros de la Calidad del Agua

Según Sierra (2011) menciona que para poder evaluar la calidad del agua es necesario medir los parámetros físicos y químicos mencionados a continuación:

Sólidos totales (ST); es todo aquello presente en la muestra, excepto agua. Así mismo se dividen en solidos suspendidos y solidos disueltos, en el agua la mayoría de los sólidos se hayan disueltos (SD). (Sierra, C. 2011, p.59).

Sólidos sedimentables (SS); es todo aquello que se sedimenta en el fondo de un recipiente, en el transcurso de un periodo de 60 minutos. Los (SS) están expresados en ml/L. (Sierra, C. 2011, p.59).

a) Indicadores

pH; Es el comportamiento acido o básico de un agua. Por el análisis químico se sabe que el pH siempre se encuentra en una escala de 0 a 14. (Sierra, C. 2011, p.60).

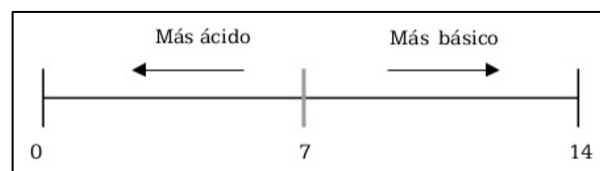


Gráfico Nº 1 Escala de pH

Fuente: Sierra, C. Calidad de agua. Evaluación y diagnóstico, 2011, p.60.

Acidez; son aquellas aguas cuya medición es menor a pH 8,5. (Sierra, C. 2011, p.60)

Alcalinidad; capacidad que tiene para neutralizar ácidos. Se considera principalmente bases fuertes. Tales como sales de ácidos débiles o bases fuertes (Sierra, C. 2011, p.61)

b) Sustancias químicas

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5); permite saber el contenido de MO de una muestra de agua. (Sierra, C. 2011, p.74)

Demanda química de oxígeno (DQO); a diferencia de la DBO, la materia orgánica es oxidada mediante sustancias y no microorganismos. (Sierra, C. 2011, p.77)

1.3.3. Marco legal

Según DECRETO SUPREMO N°021 – 2009, VIVIENDA Y SU REGLAMENTO DE (VMA) nos menciona que se debe regular las descargas de efluentes no domésticas en el sistema alcantarillado con el propósito de evitar el deterioro de las infraestructuras. Garantizando así su adecuado funcionamiento.

Así mismo el valor de sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que constituye a un agua residual industrial, no deben sobrepasar los valores máximos admisibles debido a que alteran el tratamiento de aguas residuales teniendo influencia negativa en los procesos de tratamiento de aguas residuales (p.443048).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cuál es la capacidad del proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos - 2017?

1.4.2. Problema específico

- ¿Cómo influyen las características de la celda para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, Chorrillos - 2017?
- ¿En qué medida favorece los parámetros del tratamiento para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos - 2017?

1.5. Justificación del estudio

La industria textil donde se realizara los estudios se ubica en el distrito de chorrillos, se dedica principalmente en el teñido de alpaca. En la actualidad las empresa textil no cuenta con un tratamiento previo a sus efluentes contribuyendo a la contaminación ambiental, generando así un impacto negativo sobre el medio ambiente al realizar sus actividades como lavado y tinturado, el consumo de agua es importante para aquellos procesos, sin embargo estos efluente contiene grandes cantidades de contaminantes que son vertidos sin ningún tratamiento al sistema de alcantarillado.

Para ello es necesario realizar un tratamiento que permita tratar los contaminantes generados por las actividades, tomando en cuenta el contexto de la situación actual. Se plantea realizar un manejo adecuado tomando como principios la tecnología electroquímica. Uno de los métodos es la electrocoagulación favoreciendo desde el punto de vista medioambiental mejorando la calidad de efluentes que son descargados al alcantarillado. Esto beneficiaría no solo su economía sino que reduciría la contaminación ambiental.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El proceso de electrocoagulación tiene la capacidad de disminuir los contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos – 2017.

1.6.2. Hipótesis específico

- Las características de la celda influyen significativamente en la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos – 2017.
- Los parámetros del tratamiento influyen significativamente en la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos – 2017.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Evaluar la capacidad del proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos – 2017.

1.7.2. Objetivo específico

- Determinar la influencia de las características de la celda para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos 2017.
- Determinar la influencia de los parámetros del tratamiento para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos 2017.

II. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de investigación

Hernández, R. et. (2010). Nos menciona que el diseño de investigación experimental es “cuando requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados [...] donde el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (p. 121-122).

El diseño de investigación será de tipo experimental, dado que se realizara una comparación de las muestras de los efluentes, una con la aplicación del proceso de electrocoagulación y otra sin la intervención de ningún tratamiento.

Mientras que el tipo de diseño es cuasi experimental, ya que se realizara la manipulación de la variable independiente “disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil” y luego se observara los efectos en el proceso de electrocoagulación.

Hernández, R. et. (2010). Nos menciona que “El tipo de diseño cuasi experimentales, manipulan al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes.” (Hernández, R. et. 2010, p.148).

La investigación por su temporalidad es longitudinal. Hernández, R. et. (2010) nos menciona que “diseños longitudinales, los cuales recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias” (p.158).

2.2. Variables, operacionalización

Cuadro Nº 1 Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
Variable independiente: “(X)” Proceso de Electrocoagulación					
Variable independiente: “(X)” Proceso de Electrocoagulación	CONCEPTO	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
	El tratamiento de electrocoagulación desestabiliza las partículas dispersas en el agua teniendo en cuenta la intensidad de corriente y el tiempo. [...] Usualmente se utilizan electrodos de hierro o aluminio. En este proceso y cuando se aplica corriente eléctrica, los ánodos producen iones de hierro (Fe2+) o aluminio (Al3+); estos iones generados son buenos coagulantes que son capaces de desestabilizar las partículas dispersas presentes en el agua (ROA, Gabriela; LINARES, Ivon y AMAYA, Araceli. 2014, p167.)	Para el adecuado tratamiento a partir del proceso de electrocoagulación se tendrá en cuenta el número de electrodos, el material a usar así como también la variación de intensidad de corriente y el tiempo esperando consigo un mejor tratamiento	CARACTERISTICAS DE LA CELDA	Numero de electrodo	6
				Tipo de Electrodo	Aluminio – hierro
			PARÁMETROS DEL TRATAMIENTO	Unidad de intensidad de corriente	A/cm²
				Tiempo	Minutos
Variable dependiente: “(Y)” Disminución de Contaminantes de los Efluentes de la Empresa Textil					
Variable dependiente: “(Y)” Disminución de Contaminantes de los Efluentes de la Empresa Textil	CONCEPTO	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
	Son todas las aguas vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domesticas ni aguas de escorrentía alterando en su composición física, química y biológica por consecuencia a la actividad humana. (RODRIGUEZ, 2006,p.10)	Para la disminución de contaminantes se medirá esta variable a través del análisis de parámetros físicos y químicos, tomando en cuenta equipos y métodos estandarizados y serán comparados con los V.M.A.	PARÁMETROS FÍSICOS	Temperatura	°C
				Conductividad eléctrica	mS/cm
				Solidos suspendidos totales	mg/L
		PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	mg/L	
			DBO ₅		
			DQO		
		EFICIENCIA	Disminución de parámetros físicos	%	
			Disminución de parámetros químicos		

FUENTE: Elaboración Propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Según Tamayo, M. (2005), define población como; " un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por construir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio" (p.176).

Por ello la investigación se considera como población al volumen de las aguas residuales consideradas únicamente de los procesos productivos de la empresa textil, ubicada en el Distrito de Chorrillos. Lo cual Vierte un total de 273 m³ de agua mensual.

2.3.2. Muestra

La muestra se considera representativa de la población, cuando no es posible medir cada una de las entidades de la población. Por ello la muestra es el principio de las partes que representan el todo y por tanto refleja las características que definen la población de la cual fue extraída, lo cual nos indica que es representativa. (Tamayo, M. 2005, p. 176).

Tamayo, M. (2003) nos indica que El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico donde los sujetos son seleccionados dada la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. (p.170).

Se ha considerado recolectar la muestra considerando la conveniencia y criterios previamente evaluados por el tipo de análisis realizado así como el tratamiento que se planteó, por lo que la muestra fue no probabilística.

El volumen total de la muestra será de 64 litros de efluentes de la empresa textil para el proceso de electrocoagulación, para la caracterización del efluente en el laboratorio de calidad de la universidad Cesar Vallejo por el investigador, así mismo se considerara las repeticiones.

- Serán tomados 16 litros cada semana durante 1 mes para ser homogenizados y ser sometidos al proceso de electrocoagulación y sus respectivas repeticiones.
- De esta muestra homogenizada; 1 litro será tomado para realizar la caracterización del efluente tomando en cuenta los parámetros establecidos en el D.S. 021 – 2009 VIVIENDA.

2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos validez y confiabilidad

(Hernández, et al. 2014, p. 260) Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías.

2.4.1. Descripción del procedimiento

a) Metodología de Tratamiento

El tratamiento de electrocoagulación es una alternativa para el tratamiento de las aguas residuales, para lo cual se ha tomado como referencia de la tesis de AGUILAR, E. (2015) quien realizó la tesis “evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua sintética”.

Una variable importante para realizar el tratamiento es considerar que el agua no presente residuos sólidos de gran tamaño (pelusas, bolsas, etc.) y cualquier otro factor que modifique las características del medio pero dado que la empresa textil cuenta con una rejilla de separación de sólidos de gran tamaño no fue necesario adicionarla al tratamiento.

Una característica importante de los efluentes de la industria textil es que presentan un color negruzco azulado esto es debido a los diferentes procesos como lavado y teñido de sus madejas.

➤ Diseño de la celda

El diseño de la celda a elaborar tendrá una capacidad a tratar de 2 litros de agua residual. El material usado para la fabricación de la celda será de acrílico transparente, de tal manera que permita percibir con claridad el tratamiento.

ARANGO, A. y GARCES, L. (2007) hace mención que el tratamiento trae consigo tres zonas la primera es la zona de sedimentación; donde precipitan los lodos, la segunda es la zona de reacción; es aquella zona donde los electrodos están sumergidos y se produce el proceso de electrocoagulación y por último la zona de flotación es donde se acumula los lodos productos de la flotación. (p.62).

El diseño de celda será de forma rectangular, cuyo tamaño será de; ancho = 10,5 cm; largo = 14,1 cm y altura= 18 cm. Donde los electrodos de aluminio y hierro estarán sumergidos. Estos electrodos se encontraran conectados a una fuente de poder la cual proporciona la corriente para el proceso de electrocoagulación para lo cual se ha tomado como referencia el trabajo de investigación de ARANGO, A. y GARCES, L.(2007) “ Diseño de una celda de electrocoagulación”. (Ver Figura N° 7)

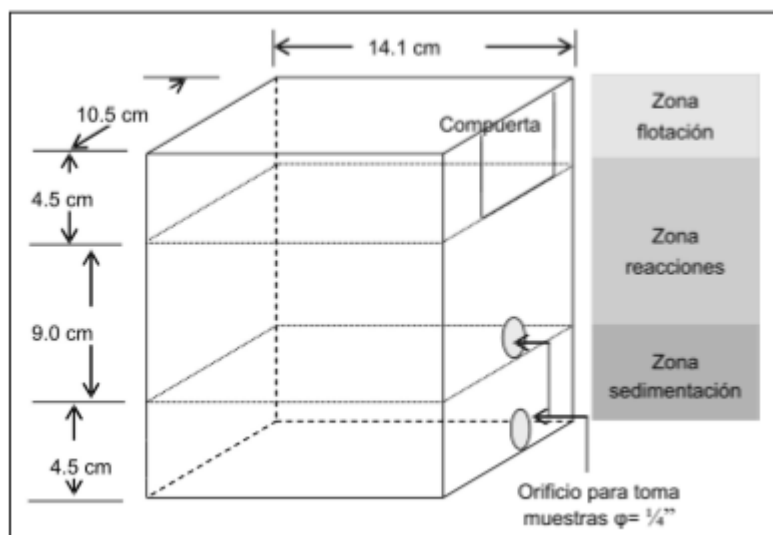


Gráfico N° 2 Dimensiones de la celda de electrocoagulación

Fuente: ARANGO, A. y GARCES, L. Diseño de una celda de electrocoagulación. Revista universitaria eafit, 43 (147):56-67p. setiembre 2007. ISSN: 0120 – 341X

➤ **Neutralización y tratamiento**

No fue necesario neutralizar ya que este tratamiento tiene mejores resultados en pH ácidos el promedio de las 4 repeticiones fue de pH 4,5.

Seguidamente se procedió a realizar los siguientes tratamientos teniendo en cuenta la intensidad de corriente y tiempo.

➤ **Electrodos**

Los materiales a emplear como electrodos serán de aluminio y hierro, esto se decidió apoyándose en estudios anteriores los cuales indican que alcanzan muy buenos resultados, siendo estos de bajos costos y fáciles de conseguir.

Se realizaran el tratamiento con un tipo de área cuyas dimensiones de electrodos serán de 10 cm de largo y 10 cm de ancho 0,3 cm grosor Con un espacio entre las placas de 20mm.

Se realizará la comparación de eficiencia con electrodos de hierro y aluminio realizando el ensayo con 6 electrodos de un mismo material. (**Ver Figura N° 8**)

➤ **Fuente de poder**

La fuente de poder utilizada ayudara a regular y fijar una cantidad de corriente cuyos valores de densidad de corriente a evaluar será de 3 y 5 A/cm². (**Ver Figura N° 6**)

➤ **Tiempo de tratamiento**

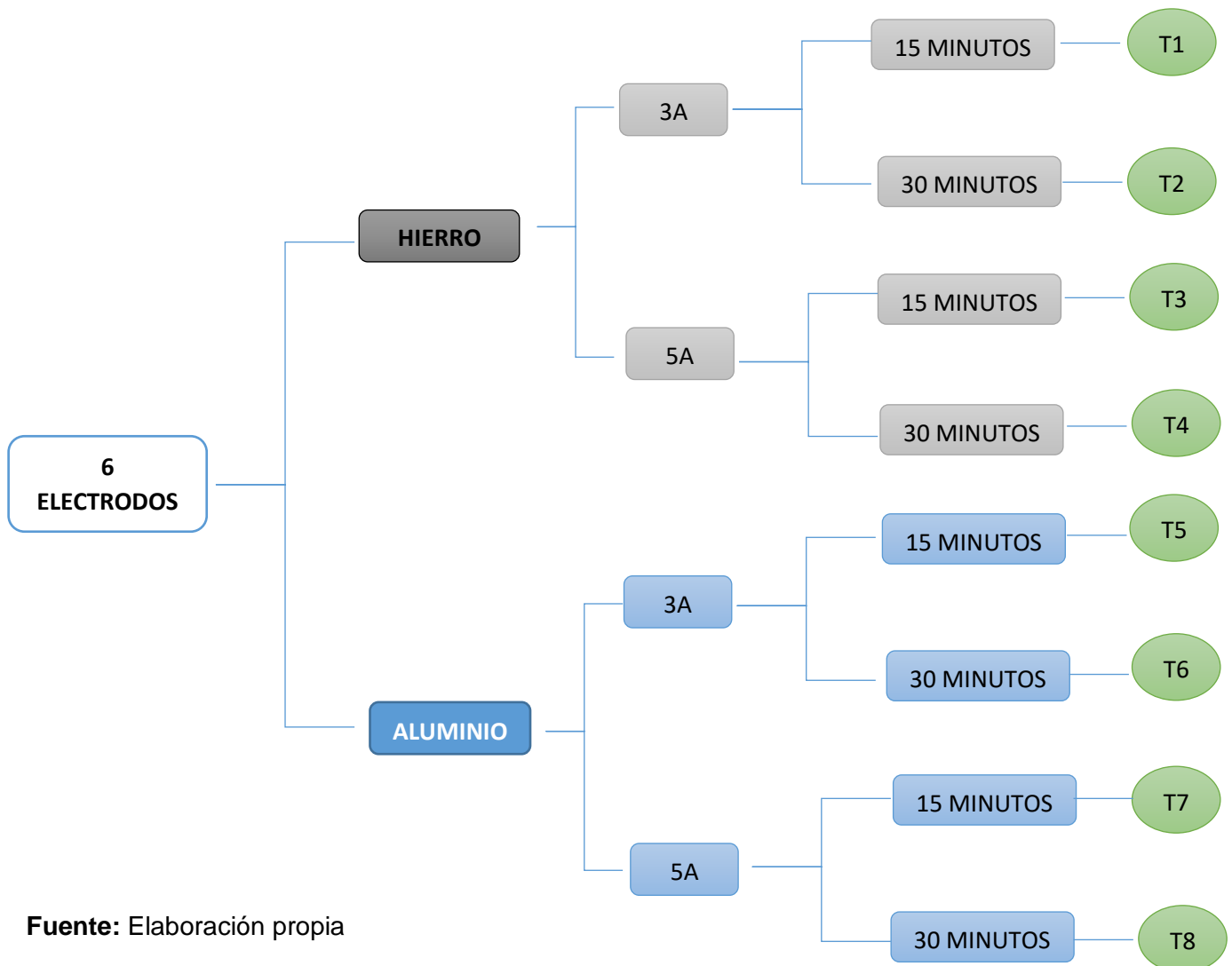
En cuanto al tiempo de trabajo se consideró los valores de 15 y 30 minutos por lo que se evaluarán los parámetros físicos y químicos en el laboratorio de cada variación.

➤ **Filtración lenta**

Como proceso final luego del proceso de electrocoagulación se filtraron los tratamientos con el propósito de separar posibles solidos finos que puedan contener en el agua, ya sea sólidos en suspensión o

material coloidal. Esta filtración ayudo a la clarificación del agua ya que el material coloidal quedo retenido en el filtro. **(Ver Figura N° 13)**

Gráfico N° 3 Distribución de Tratamientos



Fuente: Elaboración propia

b) Procedimientos de los Parámetros Físicos

➤ Determinaciones de la conductividad eléctrica

- Se enjuaga el sensor para eliminar residuos de usos anteriores.
- Se procede a introducir el sensor en la muestra y para medir la conductividad se presiona el botón de leer y esperar hasta que muestre el dato de conductividad, la muestra debe ser agitada antes de la medición
- Una vez medido la conductividad se procede a medir el TDS apretando el botón de medición

➤ Determinación de sólidos suspendidos totales

- Se filtra 20 ml de agua destilada con una bomba de vacío
- Secar en una estufa a 105°C / 1 hora
- Se coloca en el desecador por 10 minutos y se anota el peso inicial seco
- Se filtra un volumen determinado de muestra homogeneizada (50ml) fue la muestra que tome a través de un filtro tarado, con una bomba de vacío.
- Se seca en estufa a 105°C
- Se coloca en el desecador por 10 minutos y se pesa
- Se deberá realizar estos dos últimos pasos hasta que el peso sea constante.

Cálculos:

$$\text{Sólidos totales (mg/litro)} = [(A-B) \cdot 1000] / \text{Volumen de muestra (ml)}$$

Donde:

A: peso de residuo seco + filtro (mg)

B: tara del filtro (mg)

c) Procedimientos de los Parámetros Químicos

➤ Determinación de pH

- Se calibra el electrodo con disoluciones patrón disoluciones estándar de pH (tampones 7, 4 y 9) de pH
- Limpiar el electrodo con papel tisú para evitar rallar el electrodo
- Se procede a leer el valor del pH cuando la lectura se estabilice en pH-metro con compensación de temperatura.
- Por cada muestra medida se deberá enjuagar con agua destilada y limpiar con papel tisú.

➤ Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno – DBO₅

- Dependiendo del agua a analizar se tendrá que diluir mi agua inicial lo tuve que diluir 1/100 y añadir los siguientes reactivos
 - ✓ 1ml/L $\text{Cl}_3\text{Fe} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 - ✓ 1ml/L buffer Fosfato
 - ✓ 1ml/L CaCl_2
 - ✓ 1ml/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- se enraza en una fiola de 1lt. La cantidad de oxígeno para la prueba de DBO₅ deberá perdurar por los 5 días que durara esta prueba en el incubador
- Llenar cuidadosamente los frascos de DO
- Tapar las botellas verificando que no se formen burbujas de aire en el interior
- Destapar cuidadosamente el frasco de DO para determinar el contenido de oxígeno disuelto del día cero
- Luego los demás frasco se llevara en la incubadora a una temperatura de 20°C por 5 días y se realizara la medición.

$$(\text{O.Do} - \text{O.D}_5) \text{mg/L}$$

$$\text{DBO}_5 = (\text{O.Do} - \text{O.D}_5) * \text{dilución}$$

Determinación de la demanda química de oxígeno

- Para la medición de DQO se debe filtrar con el propósito de separar posibles sólidos finos que puedan contener en el agua, ya sea sólidos en suspensión o material coloidal tanto para la muestra inicial como para los diferentes tratamientos
- Se debe realizar una curva de calibración obteniéndose lo siguiente:

CURVA DE CALIBRACIÓN	
X	Y
blanco	0
20 ppm	0.005
50 ppm	0.02
100 ppm	0.031
200 ppm	0.078
500 ppm	0.196

R	0.999
a	-0.002384
b	0.0003957

Cuadro Nº 2 Curva de calibración de DQO

Fuente: Elaboración propia

- Los viales o tubos de cultivo son de 16 * 100 mm por lo que se debe añadir 2,5 ml de la muestra a evaluar, ya que estos viales ya contienen la solución de digestión y el reactivo de ácido sulfúrico.
- Este método resulta eficaz para muestras que tengan una DQO entre 50 y 800 mg/l. Para niveles superiores diluir el agua problema
- Por ello la muestra inicial de agua residual se tuvo que diluir en una relación de 1/10 tomando de ello 2,5 ml para ser añadido al vial.
- Tener mucho cuidado al homogenizar el contenido antes de colocarlo al reactor debido a que esta solución desprende calor
- Debemos manipular los viales lo menos posible y deben ser colocados en el reactor previamente limpiados con papel tisú evitando así ralladuras al vial
- El reactor llega a 150°C y el alarma del mismo reactor se acciona la cual se debe aceptar el siguiente paso manteniéndose así a 150°C por 2 horas
- Se debe dejar enfriar para luego realizar las mediciones en el colorímetro

2.4.2. Técnicas de recolección de datos

Para la investigación se empleó la técnica de la observación.

Es una técnica de investigación científica, donde se elabora datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, particularmente porque este puede manipular la o las variables.

Hernandez, R. et.(2010).menciona que "este metodo de recoleccion de datos consiste en el registro sistematico, valido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a traves de un conjunto de categoria y sub categoria".(p 260).

De acuerdo a la **R.M. N° 026 – 2000 – ITINCI – DM. Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas**. se realizo el recojo de datos considerando sus dos etapas:

Actividades de Pre-muestreo

- Equipos e Instrumentos; se usaron los equipos de la misma empresa limpios y calibrados para la medición.
- Recipiente de muestreo; se puede utilizar botellas de polietileno para evitar las reacciones entre los materiales y el agua.
- Volumen de muestra; tomándose 1L. para los análisis físicos y químicos que se realizaron en el laboratorio de biotecnología de la universidad.
- Preservación; se puede utilizar el HNO_3 , H_2SO_4 y HCl para así garantizar la preservación de la muestra deben ser c(refrigeración o congelamiento).conservarse en frío
- Tiempo máximo de almacenamiento; en general, el análisis inmediato constituye la mejor forma de eliminar errores; sin embargo, si las muestras llegan a almacenarse de manera adecuada, tendrá que ser por tiempo limitado.

Recolección de la muestra

- Medición In Situ; la medición de algunos parámetros se realiza in situ, como es el caso de la temperatura y el pH.
- Toma de muestras; Las muestras a ser tomadas de tipo compuesto.
- Rotulado de las muestras; procedimiento por el cual se pudo identificar cada toma de muestra etiquetada y enumerada considerándose lo siguiente:
 - I. Nombre de quien toma la muestra
 - II. Número o código de la muestra
 - III. Ubicación / nombre del punto de muestreo
 - IV. Fecha y hora de recolección
 - V. Nombre de la fuente de agua

Para luego ser analizada en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Este.

2.4.3. Instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó como instrumento la ficha de observación (**Anexo N°1**) permitiendo obtener datos de la caracterización del efluente de la empresa textil así mismo evaluar la capacidad del proceso de electrocoagulación en sus diferentes tiempos y variación de intensidad.

Para la obtención de los parámetros físicos y químicos se utilizaron los siguientes equipos; estufa, incubadora, desecador, colorímetro, digestor de DQO y balanza analítica. Los cuales fueron proporcionados por el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo Lima Este para los respectivos análisis de los parámetros de pH, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno sólidos suspendidos totales.

2.4.4. Validación y confiabilidad del instrumento

Validez

Hernandez, R. et. (2010). menciona que la validez “en terminos generales se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que permite medir”. (p 201).

Para cumplir con los requisitos de validación del instrumento se consideró a cinco profesionales y expertos en la materia. Evaluando la matriz de consistencia (**Anexo N° 3**) y la ficha de observación (**Anexo N° 1**). Dando como resultado una valides de instrumento de investigación del 84% La ficha de **Validación de instrumento de investigación** se encuentra ubicada en el (**Anexo N° 2**).

Apellido Y Nombres	Promedio de valoración
Dr. Muñoz Ledesma, Sabino	80%
Dr. Delgado Arenas, Antonio Leonardo	90%
Mg. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio	91%
Dr. Tullume Chavesta, Milton Cesar	90%
Dr. Rodríguez Mendoza, Baleriano	70%
Promedio total de valoración	84%

Cuadro N° 3 Promedio de validación

Fuente: Elaboración propia

2.5. Métodos de análisis de datos

En esta investigación se formuló en base al diseño completamente al azar DCA, con ocho (08) tratamientos, cuatro (04) repeticiones. Puesto que el instrumento fue no probabilístico (tomada bajo el criterio del investigador). Los datos recolectados se procesaron en el software SAS para determinar.

- **Prueba de ANOVA:** para el análisis de varianza (ANOVA) y evaluar el grado de significancia y si es eficiente el trabajo.
- **Prueba de Duncan:** para analizar muestras relacionadas.

Por otro lado se utilizó el software Microsoft Excel para representar los datos mediante:

- **Tablas:** para obtener un consolidado de datos
- **Gráficos de barra:** para verificar la variación de los datos

2.5.1. Recojo de datos

Para el recojo de datos se utilizaron 2 fichas de observación para la recolección de datos en el laboratorio de biotecnología, de la variable independiente proceso de electrocoagulación se realizaron los análisis de los 8 tratamientos cuyo criterio a variar era el uso de electrodos de aluminio y hierro con las mismas condiciones densidad de corriente de 3 y 5 A/cm² con un tiempo de 15 y 30 min de las cuales se realizaron sus respectivas replicas, finalmente se anotan los resultados obtenidos de cada análisis en la ficha correspondiente. Posteriormente se realizaron las mediciones de los parámetros físicos y químicos de biotecnología los datos fueron tomados antes y después de del tratamiento.

2.5.2. Proceso de análisis de datos

Para el análisis estadístico que se utilizan para los resultados obtenidos se lleva a cabo por el programa estadístico SAS y Excel de la siguiente manera:

- primera etapa: se utilizara el programa Microsoft Excel cuyos resultados del monitoreo de los efluentes de la empresa textil serán procesadas en las hojas de campo elaborada por el investigador.
- Segunda etapa: el análisis estadístico de los resultados obtenidos del tratamiento serán procesados mediante el programa estadístico SAS utilizando la prueba de contraste de Duncan para la comparación del mejor tratamiento.

2.6. Aspectos éticos

Según Henk A. (2010),manifiesta que la ética ambiental es una subdisciplina de la filosofía donde trata los problemas éticos relacionados con la protección del medio ambiente brindando una justificación ética y una motivación moral a la causa de proteger el medio ambiente global garantizando así un ambiente sano y sostenible para las generaciones presentes y futuras. (p.25).

Por ello la investigación a realizar contribuye al cuidado de nuestro recurso hídrico.

III. RESULTADOS

3.1. Resultado de análisis inicial

Los datos obtenidos corresponden a los análisis realizados 1 vez por semana durante el mes de septiembre realizando un total de 4 repeticiones.

Cuadro N° 4 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos de la muestra inicial.

Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				Promedio sin tratamiento	Valores máximos admisibles
			1	2	3	4		
			Efluente sin tratamiento					
PARÁMETROS FÍSICOS	Temperatura	°C	70	60	60.1	60.5	62.65	35
	Conductividad eléctrica	mS/cm	2.94	2.96	2.91	2.92	2.93	----
	Solidos suspendidos totales	mg/L	695	710	740	715	715	500
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	----	4.45	4.43	4.22	4.52	4.41	6-9
	DBO ₅	mg/L	456	451	450	454	453	500
	DQO		1054	1080	1050	1054	1060	1000

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que para el parámetro físico de sólidos suspendidos totales se han obtenido resultados muy variables en cada semana. Por otro lado para el caso de la temperatura, en cada muestreo se ha evidenciado que no existe mucha variación en cuanto al valor obtenido. Cabe resaltar que la empresa cuenta con pozos de enfriamiento. Mientras que para los demás parámetros estos han superado los valores máximos admisibles.

3.2. Resultado después de los tratamientos

Cuadro Nº 5 Consolidados de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: **T1**. Tiempo: 15 minutos; Amperaje: 3A/cm² y Material: 6 electrodos de hierro.

TRATAMIENTO "T 1" 15min./3A/cm ² ; 6P He									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				Promedio con tratamiento	Promedio Sin Tratamiento	% de Disminucion
			1	2	3	4			
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.93	8.19
	Solidos suspendidos totales	mg/L	80	60	90	102	83.00	715.00	88.39
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	----	9.89	9.93	9.91	9.89	9.91	4.41	
	DBO ₅	mg/L	51	52.5	52.8	52.6	52.23	453	88.47
	DQO		447.1	421.83	434.47	535.55	459.74	1060	56.63

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 6 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: **T2**. Tiempo: 30 minutos; Amperaje: 3A/cm² y Material: 6 electrodos de hierro.

TRATAMIENTO "T 2" 30min./3A/cm ² ; 6P He									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				Promedio con tratamiento	Promedio Sin Tratamiento	% de Disminucion
			1	2	3	4			
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm	2.84	2.85	2.85	2.85	2.85	2.93	2.82
	Solidos suspendidos totales	mg/L	50	74	50	60	58.50	715.00	91.82
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	----	10.97	10.99	11.02	11.03	11.00	4.41	
	DBO ₅	mg/L	40.8	42.5	33.2	33.4	37.48	453	91.73
	DQO		441.66	421.45	406.28	370.9	410.07	1060	61.31

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 7 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: **T3**. Tiempo: 15 minutos; Amperaje: 5A/cm² y Material: 6 electrodos de hierro.

TRATAMIENTO "T 3" 15min/5A/cm ² ; 6P He									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				Promedio con tratamiento	Promedio Sin Tratamiento	% de Disminucion
			1	2	3	4			
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm	2.8	2.8	2.8	2.81	2.80	2.93	4.35
	Solidos suspendidos totales	mg/L	40	36	38	42	39	715.00	94.55
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	-----	10.67	10.71	10.72	10.74	10.7	4.41	
	DBO ₅	mg/L	40.8	41.2	41.7	41.9	41.4	453	90.86
	DQO		153.57	158.62	143.46	148.51	151.04	1060	85.75

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: **T4**. Tiempo: 30 minutos; Amperaje: 5A/cm² y Material: 6 electrodos de hierro.

TRATAMIENTO "T 4" 30min/5A/cm ² ; 6P He									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				Promedio con tratamiento	Promedio Sin Tratamiento	% de Disminucion
			1	2	3	4			
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm	2.71	2.71	2.71	2.7	2.71	2.93	7.59
	Solidos suspendidos totales	mg/L	28	30	26	30	28.5	715.00	96.01
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	-----	10.78	10.8	10.79	10.8	10.8	4.41	
	DBO ₅	mg/L	22.19	21.98	21.63	21.7	21.88	453	95.17
	DQO		104.58	97	112.16	112.16	106.475	1060	89.96

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 9 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: **T5**. Tiempo: 15 minutos; Amperaje: 3A/cm² y Material: 6 electrodos de aluminio.

TRATAMIENTO "T 5" 15min/3A/cm ² ; 6P Al									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				promedio con tratamiento	Promedio Sin Tratamiento	% de Disminución
			1	2	3	4			
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm	2.68	2.69	2.7	2.71	2.70	2.93	8.02
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	48	46	50	48	48	715.00	93.29
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	----	9.1	9.5	9	8.9	9.13	4.41	
	DBO ₅	mg/L	32.1	31.1	30.5	31	31.18	453	93.12
	DQO		20.76	20.5	21	21.28	20.89	1060	98.03

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 10 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: **T6**. Tiempo: 30 minutos; Amperaje: 3A/cm² y Material: 6 electrodos de aluminio.

TRATAMIENTO "T 6" 30min/3A/cm ² ; 6P Al									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				promedio con tratamiento	Promedio Sin Tratamiento	% de Disminución
			1	2	3	4			
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm	2.22	2.23	2.4	2.15	2.25	2.93	23.21
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	40	45	48	50	45.75	715.00	93.60
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	----	9	9.8	8.8	9.2	9.20	4.41	
	DBO ₅	mg/L	26.5	25.8	25.4	25	25.68	453	94.33
	DQO		20	20.25	20.51	20	20.19	1060	98.10

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 11 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: **T7**. Tiempo: 15 minutos; Amperaje: 5A/cm² y Material: 6 electrodos de aluminio.

TRATAMIENTO "T 7" 15min/5A/cm ² ; 6P Al									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				promedio con tratamiento	Promedio Sin Tratamiento	% de Disminucion
			1	2	3	4			
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm	1.9	2	2.2	2.1	2.05	2.93	30.03
	Solidos suspendidos totales	mg/L	36	38	40	41	38.75	715.00	94.58
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	-----	9	8.5	7.5	8.5	8.38	4.41	
	DBO ₅	mg/L	20.2	21	20.8	20.5	20.63	453	95.45
	DQO		18	15	13	10.5	14.13	1060	98.67

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 12 Consolidado de resultados de los parámetros físicos y químicos del tratamiento: **T8**. Tiempo: 30 minutos; Amperaje: 5A/cm² y Material: 6 electrodos de aluminio.

TRATAMIENTO "T 8" 30min/5A/cm ² ; 6P Al									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				promedio con tratamiento	Promedio Sin Tratamiento	% de Disminucion
			1	2	3	4			
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm	1.97	2	1.85	1.84	1.92	2.93	34.64
	Solidos suspendidos totales	mg/L	26	18	18	20	20.5	715.00	97.13
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	-----	8	8.5	8.5	9	8.50	4.41	
	DBO ₅	mg/L	18	17.4	18.65	18.56	18.15	453	95.99
	DQO		10	9.2	8.5	11	9.68	1060	99.09

Fuente: Elaboración propia

3.3. Eficiencia del proceso de electrocoagulación en el tratamiento de los efluentes de la industria textil.

Para hallar la eficiencia se utilizó la siguiente formula:

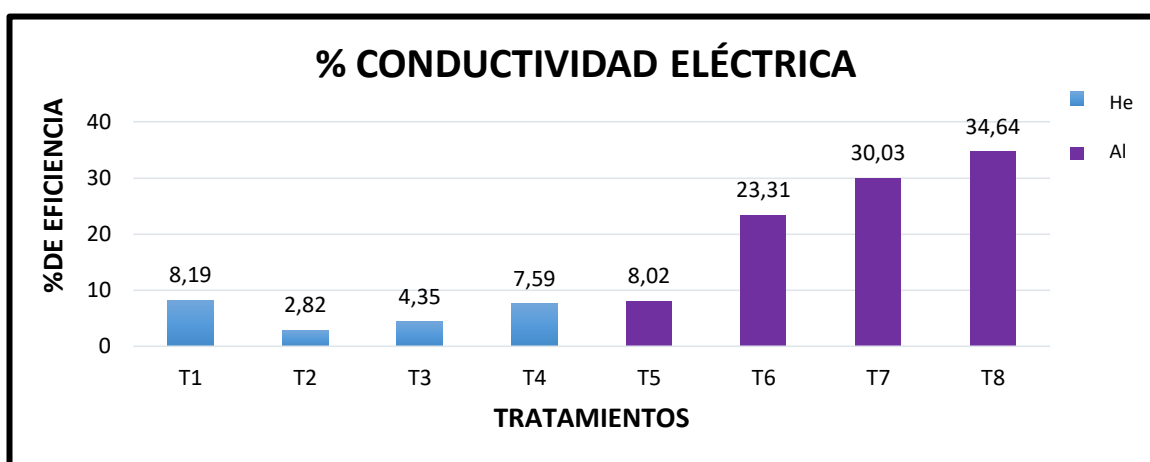
$$Ef (\%) = \frac{Ci - Cf}{Ci} * 100$$

Ef = eficiencia en %

Ci = concentración inicial de los indicadores

Cf = concentración final de los indicadores

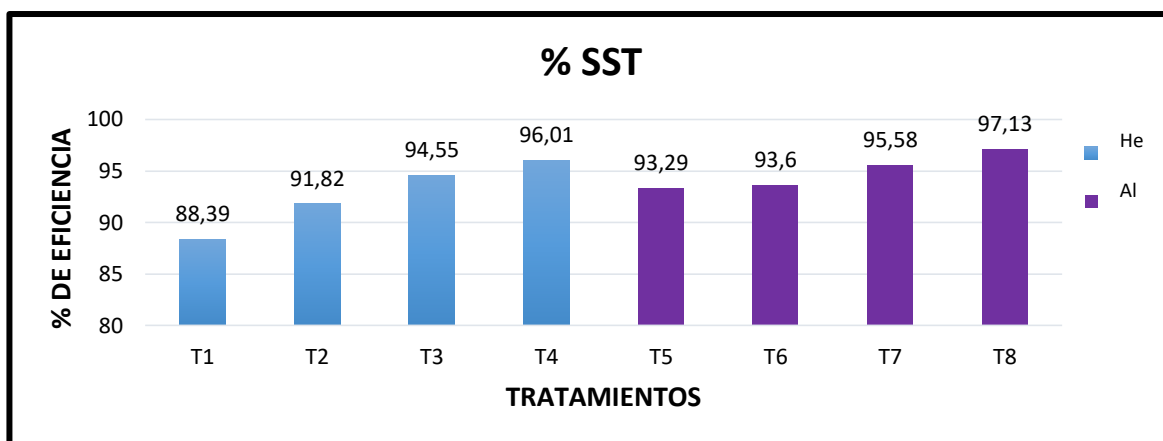
Gráfico N° 4 Eficiencia del análisis de conductividad eléctrica.



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al parámetro físico de conductividad eléctrica se ha obtenido una disminución en todos los tratamientos. En los primeros cuatro tratamientos se utilizaron placas de hierro T1, T2, T3, T4 y para los tratamientos T5, T6, T7, T8 se utilizaron placas de aluminio, siendo el más eficiente el tratamiento T8. Cuyas condiciones de tratamiento fue de un tiempo de 30 minutos / 5A /cm² obteniendo así una disminución del 34,64%.

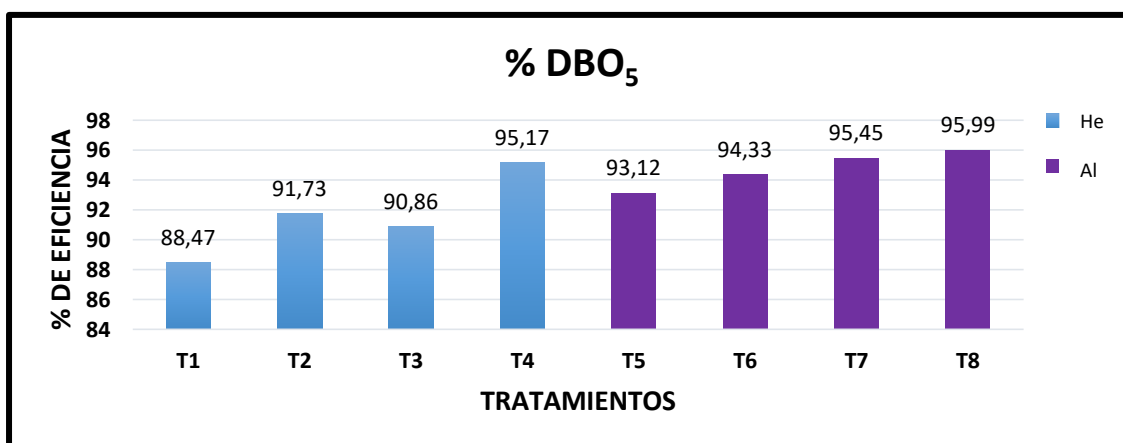
Gráfico N° 5 Eficiencia del análisis de SST



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al parámetro físico de SST se ha obtenido una disminución del más del 50% en todos los tratamientos tanto como el uso de electrodos de hierro como el de aluminio. Siendo el más eficiente el tratamiento T8. Cuyas condiciones de tratamiento fue de un tiempo de 30 minutos / 5A /cm² obteniendo así una disminución del 97,13%.

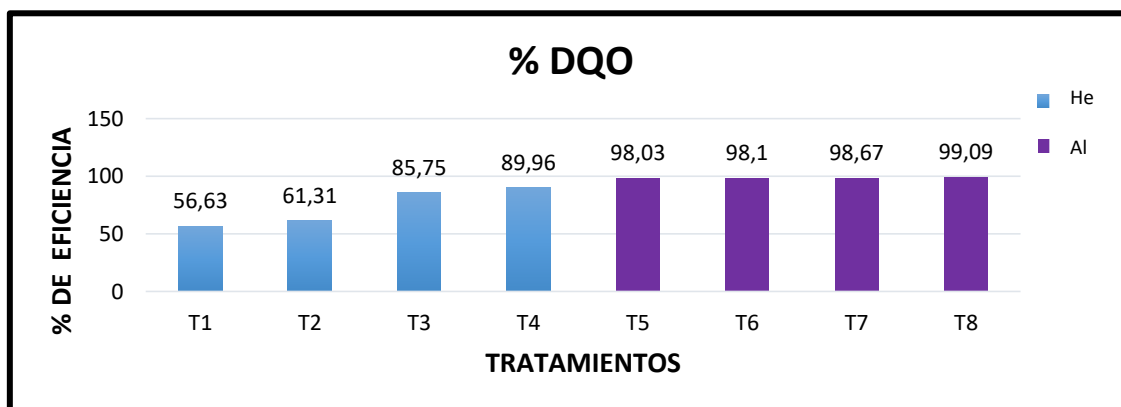
Gráfico N° 6 Eficiencia del análisis de DBO₅



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al parámetro químico de DBO₅ se ha obtenido un alto porcentaje de disminución para el T1 fue de 88,47% mientras que para los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6, T7 Y T8 se obtuvo una disminución del más del 90%. Siendo el más eficiente el tratamiento T8. Cuyas condiciones de tratamiento fue de un tiempo de 30 minutos / 5A /cm² obteniendo así una disminución del 95,99%.

Gráfico N° 7 Eficiencia del análisis de DQO.



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al parámetro químico de DQO se ha obtenido una disminución del más del 50% en todos los tratamientos tanto como el uso de placas de hierro como el de aluminio. Siendo el más eficiente el tratamiento T8. Cuyas condiciones de tratamiento fue de un tiempo de 30 minutos / 5A /cm² obteniendo así una disminución del 99,09%.

3.4. Análisis Estadístico

Prueba de ANOVA de un factor

Hipótesis nula (H0): El proceso de electrocoagulación no tiene la capacidad de disminuir los contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos – 2017.

Hipótesis alterna (H1): El proceso de electrocoagulación tiene la capacidad de disminuir los contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos – 2017.

Confiabilidad alfa: 0,05 = 5%

CONDUCTIVIDAD

Cuadro Nº 13 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de conductividad.

Fuente de Variabilidad	Grados De Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr > F
model	7	6,235 471 88	0.890 781 70	21,64	<0,000 1
Error	24	0,988 125 00	0.041 171 87		
Suma total	31	7,223 596 87			

Coefficiente de variabilidad = 7,88

Fuente: Elaboración propia

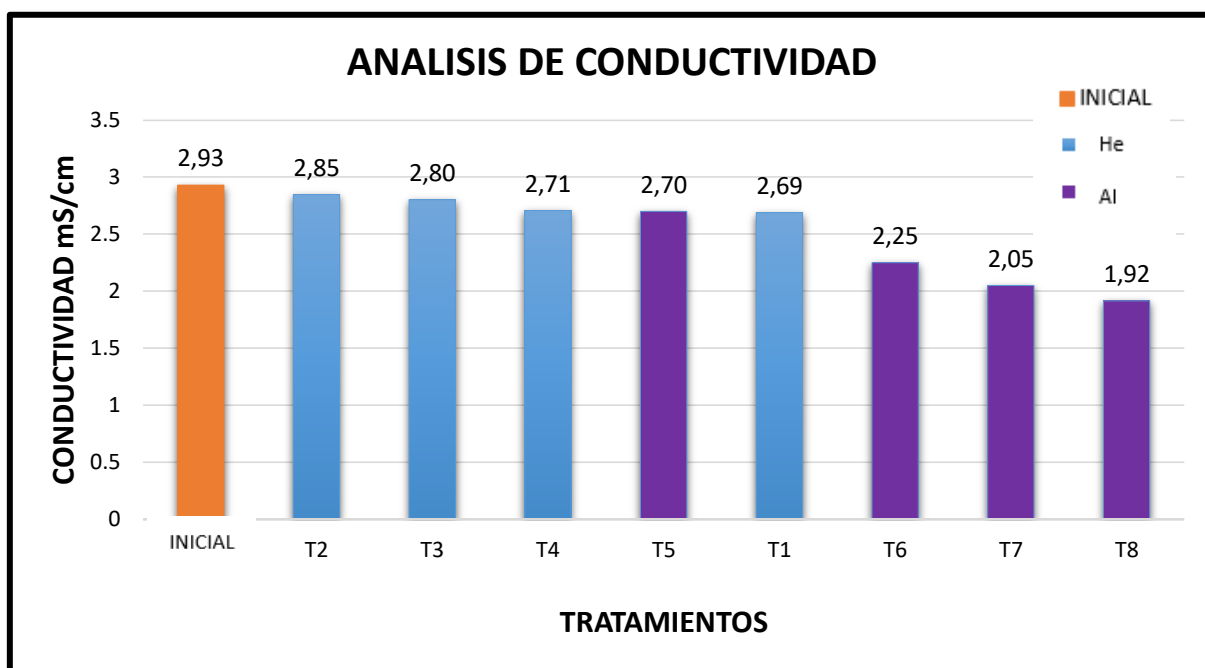
Cuadro Nº 14 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de conductividad.

Grupo Duncan	Promedio	N	TRT
A	2,85	4	T2
B	2,80	4	T3
B	2,71	4	T4
B	2,70	4	T5
B	2,69	4	T1
C	2,25	4	T6
D C	2,05	4	T7
D	1,92	4	T8

Fuente: Elaboración propia

Luego de procesar la información de las muestras se obtuvo que el análisis de varianza de los tratamientos son altamente significativos obteniendo un ($Pr > F$) menor a 0,05 es decir que al menos un tratamiento es diferente y que al someterse a la prueba de contraste de Duncan se encontró que efectivamente hay diferencias significativas. Donde el tratamiento T8 es el mejor con una conductividad eléctrica de 1,92 mS/cm² seguido del tratamiento T7 mientras que para los tratamientos (T3, T4, T5 y T1) son iguales para la prueba de Duncan y finalmente para el tratamiento T1 cuya conductividad resultando fue de 2,85 mS/cm² siendo el mayor ante todos los tratamientos.

Gráfico N° 8 Análisis de Conductividad.



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°4 podemos observar que las concentraciones conductividad eléctrica de la muestra inicial fue de 2,93 mS/cm. Luego de los diferentes tratamientos con electrodos de hierro (T1, T2, T3, T4) y aluminio (T5, T6, T7, T8) se obtuvo una disminución mínima en todos los casos. El tratamiento con mayor disminución fue el T8 cuya condición de trabajo fue de 30min/5A /cm² obteniendo un promedio de 1,92 mS/cm.

SST

Cuadro Nº 15 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de SST.

Fuente de Variabilidad	Grados De Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr > F
model	7	10 331,5	1 475,92	23,80	<0,000 1
Error	24	1 488,5	62,02		
Suma total	31	11820			

Coefficiente de variabilidad = 17,40

Fuente: Elaboración propia

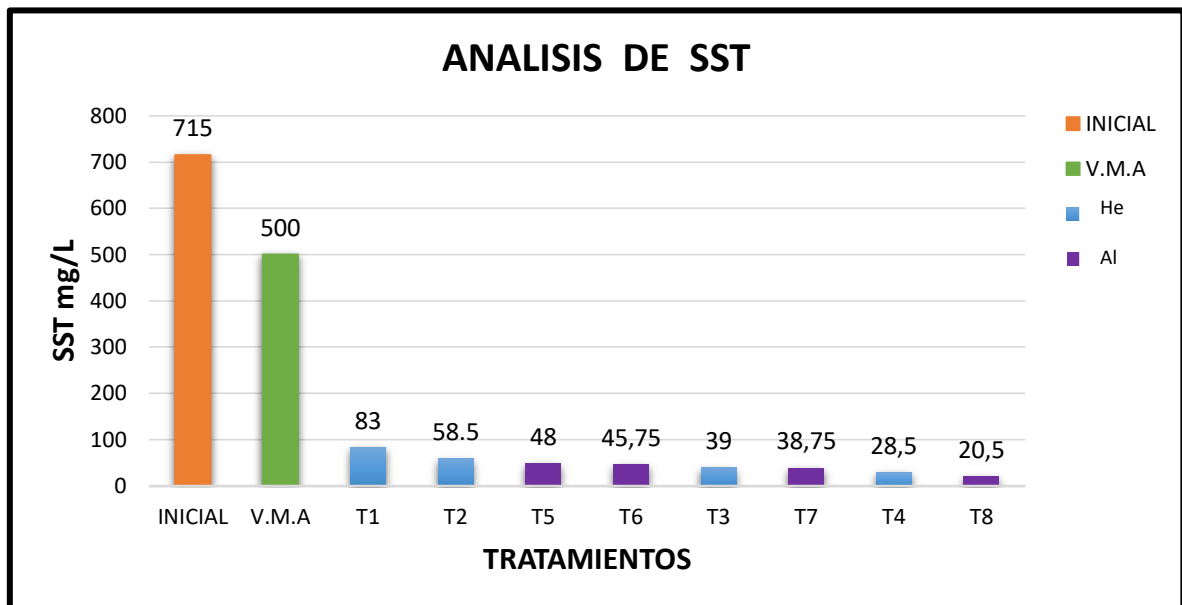
Cuadro Nº 16 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de SST.

Grupo Duncan	Media	N	TRT
A	83,00	4	T1
B	58,50	4	T2
C B	48,00	4	T5
C	45,75	4	T6
C D	39,00	4	T3
C D	38,75	4	T7
E D	28,50	4	T4
E	20,50	4	T8

Fuente: Elaboración propia

Luego de procesar la información de las muestras se obtuvo que el análisis de varianza de los tratamientos son altamente significativos, lo que significa que al menos un tratamiento es diferente y que al someterse a la prueba de contraste de Duncan se encontró que efectivamente hay diferencias significativas. Donde el tratamiento T8 es el mejor seguido con el T4 lo que significa que la disminución de sólidos suspendidos totales resultó ser de 20,50 mg/L. mientras que para el T1 fue de 83,00 mg/L. conteniendo así una mayor cantidad de sólidos suspendidos totales.

Gráfico N° 9 Análisis de SST.



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°5 podemos observar que las concentraciones de solidos suspendidos totales de la muestra inicial fue de 715 mg/L. sobrepasando a los valores máximos admisibles. Luego de los diferentes tratamientos con electrodos de hierro (T1, T2, T3, T4) y aluminio (T5, T6, T7, T8) se obtuvo una disminuci3n notable aún más en el tratamiento T8 cuya condici3n de trabajo fue de 30min/5A /cm² obteniendo un promedio de 20,5 mg/L.

pH

Cuadro Nº 17 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de pH.

Fuente de Variabilidad	Grados De Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr > F
model	7	30,913 7	4,416 2	43,06	<0,000 1
Error	24	2,461 2	0,102 5		
Suma total	31	33,374 9			

Coefficiente de variabilidad = 3,30

Fuente: Elaboración propia.

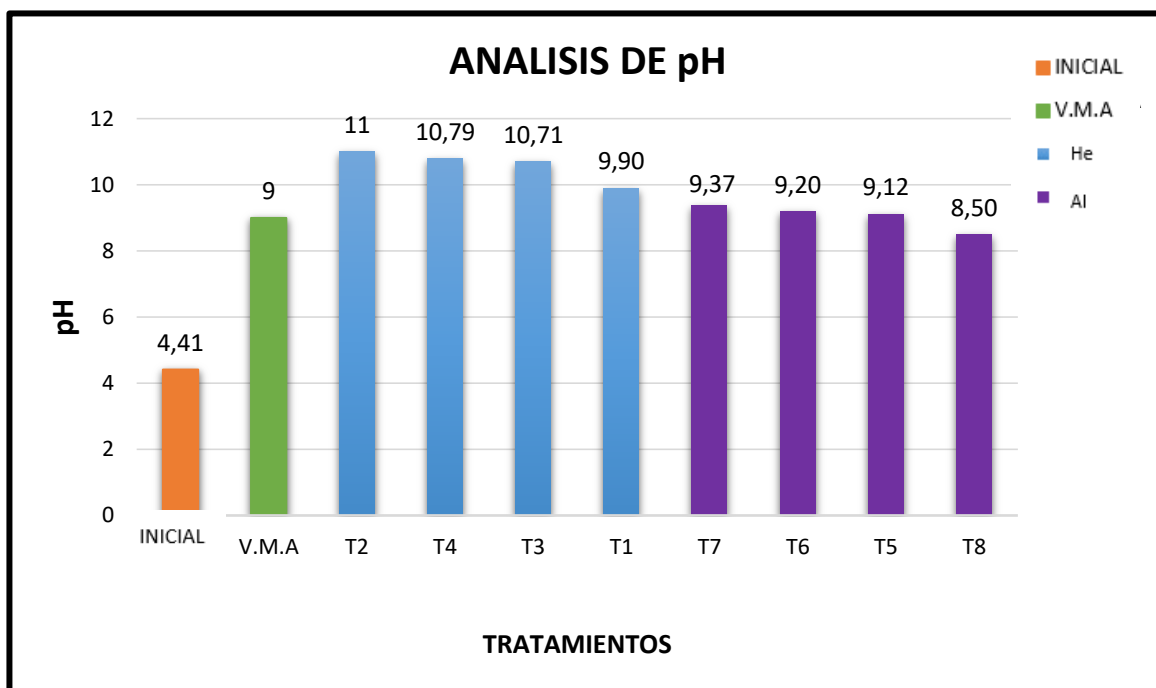
Cuadro Nº 18 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de pH.

Grupo Duncan	Media	N	TRT
A	11,00	4	T2
A	10,79	4	T4
A	10,71	4	T3
B	9,90	4	T1
D	9,37	4	T7
C	9,20	4	T6
C	9,12	4	T5
D	8,50	4	T8

Fuente: Elaboración propia.

Luego de procesar la información de las muestras se obtuvo que el análisis de varianza de los tratamientos son altamente significativos, lo que significa que al menos un tratamiento es diferente y que al someterse a la prueba de contraste de Duncan se encontró que efectivamente hay diferencias significativas. Donde el tratamiento T8 es el mejor seguido con el T7 lo que significa el pH resulto ser de 8,50 mientras que para el T2 obtuvo un pH 11 Resultando ser un pH alcalino.

Gráfico N° 10 Análisis de pH.



Fuente: Elaboración propia.

En el grafico N°6 podemos observar que la muestra inicial fue de 4,41 resultando estar en un medio acido. Luego de los diferentes tratamientos con electrodos de hierro (T1, T2, T3, T4) y aluminio (T5, T6, T7, T8) se obtuvo un pH mayor al neutro para los casos de (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7) sobrepasaron los valores máximos admisibles mientras que para el tratamiento T8 cuya condición de trabajo fue de 30min/5A /cm² se obteniendo un pH de 8,5 encontrándose dentro de los V.M.A.

DBO₅

Cuadro Nº 19 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de DBO₅.

Fuente de Variabilidad	Grados De Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr > F
model	7	3 939,566 5	562,795 2	172,90	<0,000 1
Error	24	78,121 4	3,255 0		
Suma total	31	4 017,68			

Coefficiente de variabilidad = 5,80

Fuente: Elaboración propia.

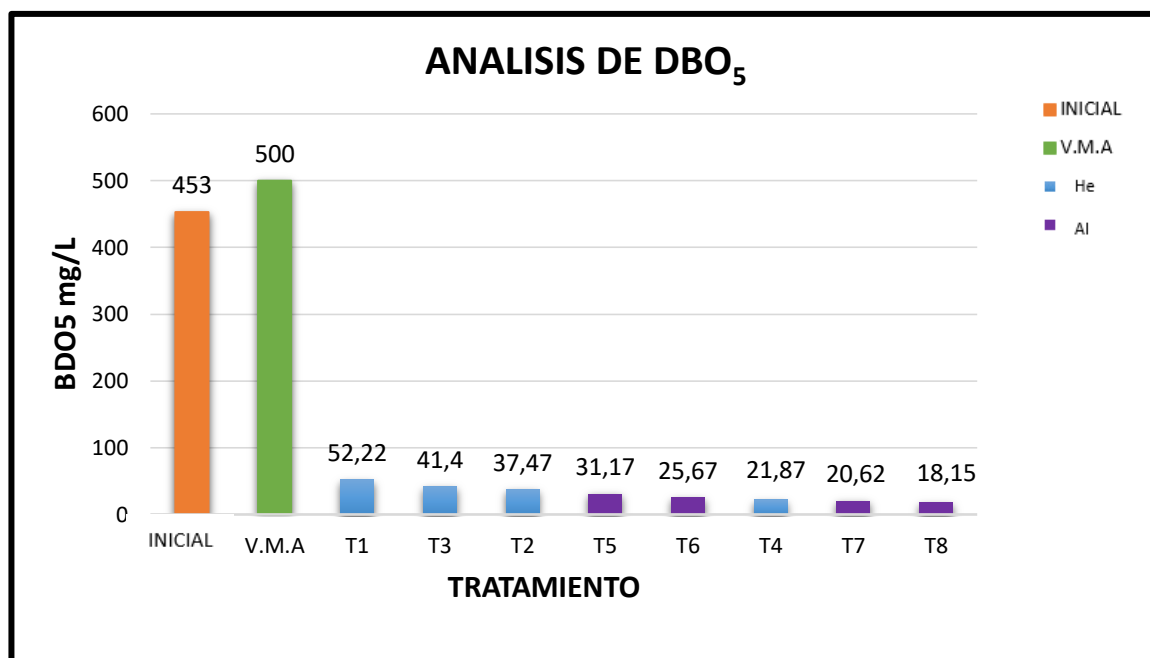
Cuadro Nº 20 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de DBO₅.

Grupo Duncan	Media	N	TRT
A	52,22	4	T1
B	41,40	4	T3
C	37,47	4	T2
D	31,17	4	T5
E	25,67	4	T6
F	21,87	4	T4
GF	20,62	4	T7
G	18,15	4	T8

Fuente: Elaboración propia.

Luego de procesar la información de las muestras se obtuvo que el análisis de varianza de los tratamientos son altamente significativos, lo que significa que al menos un tratamiento es diferente y que al someterse a la prueba de contraste de Duncan se encontró que efectivamente hay diferencias significativas. Donde el tratamiento T8 es el mejor seguido con el T7 lo que significa que la disminución del parámetro de DBO₅ resultó ser de 18,15 mg/L. mientras que para el T1 fue de 52,22 mg/L. conteniendo así una mayor cantidad de DBO₅.

Gráfico N° 11 Análisis de DBO₅.



Fuente: Elaboración propia.

En el grafico N°7 podemos observar que las concentraciones de DBO₅ de la muestra inicial fue de 453 mg/L. este parámetro químico está dentro de los V.M.A. así mismo los diferentes tratamientos con electrodos de hierro (T1, T2, T3, T4) y aluminio (T5, T6, T7, T8) se obtuvo una disminución notable aún más en el tratamiento T8 cuya condición de trabajo fue de 30min/5A /cm² obteniendo un promedio de 18,15 mg/L.

DQO

Cuadro Nº 21 Resultados estadísticos de ANOVA en el parámetro de DQO.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F value	Pr > F
Tratamiento	7	949 308,791 7	135 615,541 7	296,47	<0,0001
Error	24	10 978,390 3	457,432 9		
Suma total	31	960 287,182 0			

Coefficiente de variabilidad = 14,36

Fuente: Elaboración propia.

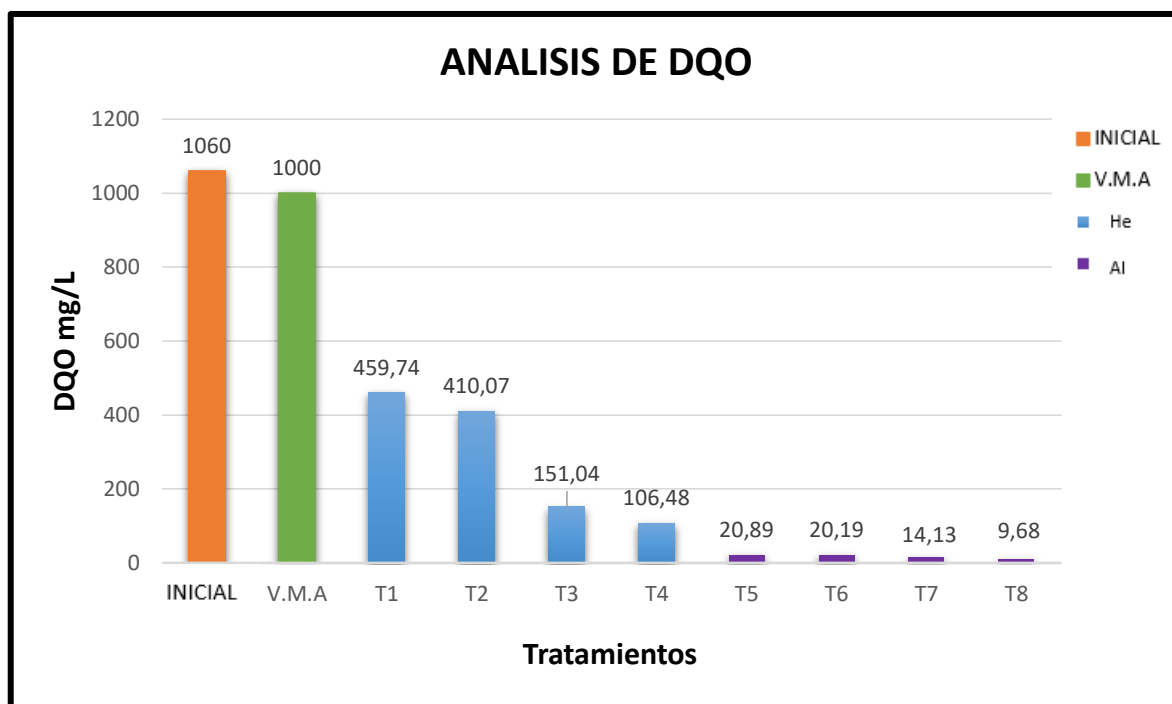
Cuadro Nº 22 Prueba de contraste de Duncan en el parámetro de DQO.

Grupo Duncan	Media	N	TRT
A	459,74	4	T1
B	410,07	4	T2
C	151,04	4	T3
D	106,48	4	T4
E	20,89	4	T5
E	20,19	4	T6
E	14,13	4	T7
E	9,68	4	T8

Fuente: Elaboración propia.

Luego de procesar la información de las muestras se obtuvo que el análisis de varianza de los tratamientos son altamente significativos, lo que significa que al menos un tratamiento es diferente y que al someterse a la prueba de contraste de Duncan se encontró que efectivamente hay diferencias significativas. Donde el tratamiento T8, T7, T6 y T5 mediante la prueba de Duncan son iguales se puede decir que el T8 es el más significativo lo que significa que la disminución del parámetro de DQO resultó ser de 9,68 mg/L. mientras que para el T1 fue de 459,74 mg/L. conteniendo así una mayor cantidad de DQO.

Gráfico N° 12 Análisis de DQO.



Fuente: Elaboración propia.

En el grafico N°8 podemos observar que las concentraciones de DQO de la muestra inicial fue de 1060 mg/L. sobrepasando los V.M.A. Luego de realizar los diferentes tratamientos con electrodos de hierro (T1, T2, T3, T4) y aluminio (T5, T6, T7, T8) se obtuvo una disminución notable aún más en el tratamiento T8 cuya condición de trabajo fue de 30min/5A /cm² obteniendo un promedio de 9,68 mg/L.

Con los resultados obtenidos en los cuadros N°13 a N°22 se obtuvo un nivel de significancia $(Pr > F) < 0,05$ se rechaza la H_0 : El proceso de electrocoagulación no tiene la capacidad de disminuir los contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos – 2017. Y se acepta la H_a : El proceso de electrocoagulación tiene la capacidad de disminuir los contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos – 2017.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en relación a la hipótesis planteada el proceso de electrocoagulación tiene la capacidad de disminuir los contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos – 2017.

- En esta investigación se realizó los parámetros significativos, revisando los resultados finales se obtuvo que el tratamiento T8 con placas de aluminio fue eficiente ante los demás tratamientos obteniendo una conductividad eléctrica de 1,92 mS/cm por lo que este parámetro no varía mucho con respecto a la medida inicial del efluente, los sólidos suspendidos totales obtenida fue de 20,5 mg/L, mientras que en el DBO₅ fue de 18,15 mg/L a la vez se obtuvo un DQO de 9.68 mg/L. Medida que disminuyó notablemente, por otro lado, en cuanto a los porcentajes de disminución de parámetros podemos comprobar disminuyeron en comparación con la medida de la muestra inicial del efluente. Resultando para la conductividad el 34,64%; SST 97,13%; DBO₅ 95,99% y el 99% para el DQO. Los valores varían según los tiempos y amperajes que se realizó para este proyecto. De estos resultados obtenidos en comparación con la investigación realizada por **PEREZ (2015)**, indicando que el tratamiento de electrocoagulación en aguas residuales industriales es eficiente para la remoción de DQO, color, turbidez y SST podemos concluir que nuestros resultados son similares, aunque utilizamos diferentes metodologías. Por otro lado, con **AGUILAR, E. (2015)**, se tomó en cuenta parte de su diseño de celda sus resultados indicaron una reducción del 90% del DQO. Facilitando su disminución de contaminantes. Se puede decir que los resultados son similares al tratamiento T7 obteniendo así una reducción del 98% del DQO bajo las mismas condiciones de trabajo.

De la hipótesis planteada cuyas características de la celda influyen significativamente en la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos – 2017.

- Revisando los resultados finales de la investigación se obtuvo que el mejor tratamiento es utilizando placas de aluminio esto es debido a que tienen mejores resultados en cuanto a la disminución de DBO₅, DQO y SST

disminuyendo estos parámetros más del 80% de estos resultados obtenidos en comparación con **MALDONADO, A y MOLINA R. (2011)** la cual tiene como objetivo determinar los parámetros con los cuales debe trabajar un proceso electroquímico para dar un tratamiento a las aguas residuales de la industria textil, indicando que los electrodos de aluminio es eficiente para reducir la remoción del color y la decoloración de las aguas de industrias textiles podemos concluir que nuestros resultados son similares en cuanto a la decoloración ya que se obtuvo un SST del 95.99% reduciendo así notablemente la decoloración del efluente.

De la hipótesis planteada Los parámetros del tratamiento influyen significativamente en la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos – 2017.

- Revisando los resultados finales de la investigación se obtuvo que el mejor tratamiento es utilizando es utilizando un tiempo de 30 min con un amperaje de 5A/cm². Obteniendo mejores resultados en cuanto a la disminución de DBO₅, DQO y SST reduciéndose así en un 80% de estos resultados obtenidos inicialmente a su vez se encuentran muy por debajo de los valores máximos admisibles. Comparado con **AGUILAR, E. (2015)**, menciona que la eficiencia del tratamiento se da a pH 4, en un tiempo de 15 min e intensidad de corriente de 5 amperios. Facilitando su disminución de contaminantes. Se puede decir que los resultados son similares al tratamiento T7 obteniendo así una reducción del DQO bajo las mismas condiciones de trabajo, por otro lado no fue necesario utilizar ningún tipo de reactivo para su alteración de pH ya que la muestra inicial fue de 4,41.

Por otro lado, con **OÑA, B. Y FALCONÍ, D. (2013)**, indico que su mejor resultado fue de 45 min con un voltaje de 30 voltios llegando a la conclusión que el tratamiento remueve el color en un 96,22% y el DQO hasta en un 29,21%, estoy en desacuerdo en resultado de DQO el tratamiento se ha visto eficiente en todos los parámetros a medir resultando el DQO con una reducción del 99% con el uso de electrodos de aluminio cuyo tiempo fue de 30 min con un amperaje de 5A/cm².

V. CONCLUSIONES

- El proceso de electrocoagulación fue capaz de disminuir los contaminantes físicos y químicos de efluentes de industrias textiles, disminuyendo en más del 90% en comparación con las medidas inicialmente. Logrando así que el agua tratada este por debajo de los valores máximos admisibles.
- Para la característica de la celda se evaluó dos tipos de materiales hierro y aluminio determinando así la influencia que ejerce en la disminución de contaminantes. El uso de electrodos de hierro torna al agua tratada un color verdoso. Mientras que uso de los electrodos de aluminio es muy eficientemente. Disminuyendo los parámetros como SST y DQO.
- En cuanto a los parámetros de tratamiento. Se evaluó dos tiempos de 15 y 30 minutos así mismo se tuvo en cuenta dos tipos de amperaje de 3 A/cm^2 y 5 A/cm^2 cuyos electrodos a evaluar fueron hierro y aluminio. Resultando el más eficiente el uso de electrodos de aluminio con un tiempo de 30 min; 5 A/cm^2 ya que en los parámetros químicos se obtuvo una eficiencia alta en la disminución de DBO_5 de 95,99% y para DQO del 99%. Por otro lado en los parámetros físicos los resultados obtenidos de solidos suspendidos totales en promedio fue de $20,5\text{mg/L}$. Resultando así que los parámetros se encuentran por debajo de los valores máximos admisibles, lo que demuestra que la variación de concentración de los parámetros puede estar directamente relacionada al tiempo e intensidad de corriente.

VI. RECOMENDACIONES

- Debe considerarse evaluar barrido I.C.P de metales en el programa de monitoreo ambiental, ya que este ayudaría a determinar qué tipo de metales contiene el efluente.
- Se recomienda utilizar otros tiempos y amperajes para probar si hay una variación y encontrar los parámetros de tratamientos óptimos.
- Se recomienda evaluar con una distancia diferente ya que este proyecto se realizó con una distancia de 20mm.
- Se recomienda evaluar con un pH básico y neutro para poder evaluar la eficiencia en estos diferentes medios.
- Por los resultados de lodo obtenido en este tratamiento, se recomienda realizar análisis de su composición biológica y fisicoquímica que permita plantear nuevas investigaciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. Referencia Bibliográficas

- ✓ AGUILAR, Edwar. Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua. Tesis para optar el grado de magister en ciencias ambientales. Perú: Universidad nacional mayor de san marcos, 2015.
- ✓ ARANGO, Alvarado y GARCES, Luis. Diseño de una celda de electrocoagulación. Revista universitaria eafit, 43 (147):56-67p. setiembre 2007.
ISSN: 0120 – 341X
- ✓ Corporacion financiera internacional. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad [en línea]. 1-116p, Abril 2007 -[fecha de consulta: 26 junio 2017]
Disponible en:
<http://www.mecaep.edu.uy/pdf/Novedades2016/MGAS/ANEXO%206%20Guías%20sobre%20Medio%20Ambiente,%20Salud%20y%20Seguridad%20Ocupacional%20de%20la%20Corporaci%C3%B3n%20Internacional%20de%20Fomento,%20Grupo%20Banco%20Mundial.pdf>
- ✓ Decreto supremo.N°003 – 2009- vivienda. El peruano,perú,22 de mayo de 2011. p.443045 - 443053
http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/DS_2011_003.pdf
- ✓ HERNÁNDEZ, S. metodología de la investigación. quinta edición, México, 2010, p. 613.
ISBN: 978-607-15-0291-9
- ✓ HENK A. Ética ambiental y políticas internacionales. Francia: Ediciones UNESCO, 2010, p.231.
ISBN 978-92-3-304039-7
- ✓ MALDONADO, Andrea. y MOLINA, Renato. Estudio Para la Reducción de Colorantes de las Aguas Residuales de la Industria Textil a Través de Procesos Electroquímicos. Tesis para optar al título de ingeniero ambiental. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2011.
- ✓ OÑA, Byron. y FALCONÍ, David. Tratamiento avanzado de aguas residuales del proceso de lavado y tinturado de jeans en la empresa “mundo color” mediante electrocoagulación. Tesis para optar al título de

- ingeniero industrial. Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Riobamba Ecuador, 2013.
- ✓ OROSCO, Carmen. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. España: editorial Thomson, 2008, p.661.
ISBN: 978-84-9732-178-5.
 - ✓ PEREZ, Grabiela. Tratamiento De Aguas Residuales De La Industria Textil Mediante Procesos Electroquímicos. Tesis para optar al título de ingeniera química. Ecuador: Universidad Central Del Ecuador, 2015.
 - ✓ POLLI, Lirio. Tratamiento de efluentes, proceso de barros activados. Mundo Textil. [en línea]. Perú, (137): p.18-19, Octubre 2015 -[fecha de consulta: 18mayo 2017].
Disponible en:
https://issuu.com/revistamundotextil/docs/mundo_textil_137_pdf_web_baja
 - ✓ MORALES, Nelly. [et al.]. Sistema de electrocoagulación como tratamiento de aguas residuales galvánicas. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 20(1): p.33-44. Junio 2010.
ISSN: 0124-8170
 - ✓ NAVA,Gianangelo y PEREZ José. Efluentes industriales en el sector textil. Mundo Textil. Perú, (121): p.42 – 47, Febrero 2013.
 - ✓ NAVA,Gianangelo. Efluentes textiles y su efecto con las normativas del agua. Textiles Peruanos. [en línea]. Perú, (11): p.10-12, Agosto 2013[fecha de consulta: 18mayo 2017].
Disponible en:
https://issuu.com/trattoriadonvito/docs/textiles_edic_11_final
 - ✓ RAIMONDO, Mirko. Conociendo un poco mas sobre los colorantes parte II. Mundo textil. Perú, (125): p.14 – 18, Octubre 2013.
 - ✓ RESOLUCION MINISTERIAL N° 026 – 2000 – ITINCI – DM. Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas, 23 de febrero de 2000.
<http://www.legislacionambientalspda.org.pe/images/stories/normas/Pioner%202/IV.%204.%20Industrial/4.%20Resoluciones%20ministeriales/Resolucion%20ministerial%20026-2000-ITINCI-DM.doc>

- ✓ ROA, Gabriela; LINARES, Ivon y AMAYA, Araceli. "electrocoagulación". En: aplicaciones electroquímicas al tratamiento de las aguas residuales, Carlos Barrera (Coord.). España: Ed. Reverte ediciones, 2014, p.165-179.
ISBN: 978-607-7815-13-6
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.145.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ TAMAYO, Mario, 2004. El proceso de la investigación científica. [En línea]. 4ta. ed. México: Editorial limusa S.A, p.435. [fecha de consulta: 05 junio 2017]
ISBN: 968-18-5872-7
Disponible en:
<https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>
- ✓ VIDAL, Jorge. Eliminación del Colorante Negro Ácido 194 desde Aguas residuales Textiles Mediante Electrocoagulación. Tesis para optar al título de ingeniera química. Chile: Universidad de Santiago de Chile, 2013.
- ✓ VARO, p y SEGURA, m. curso de manipulación de agua para consumo humano. San vicente: publicación de la universidad de alicante, 2009. 250pp.
ISBN: 978-9717-053-6
- ✓ YEAN L. y AHMAD Z. Current Status of Textile Industry Wastewater Management and Research Progress in Malaysia: A Review Clean – Soil, Air, Water 2013, 41 (8), p.751–764. jun 2013
DOI: 10.1002/clen.201000318

7.2. Citas bibliográficas

- ✓ ARANGO, Alvarado y GARCES, Luis. Diseño de una celda de electrocoagulación. Revista universitaria eafit, 43 (147):p.57. Setiembre 2007.
ISSN: 0120 – 341X
- ✓ Corporación financiera internacional. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad [en línea] p.32, Abril 2007 -[fecha de consulta: 26 junio 2017].

Disponible en:

<http://www.mecaep.edu.uy/pdf/Novedades2016/MGAS/ANEXO%206%20Guías%20sobre%20Medio%20Ambiente,%20Salud%20y%20Seguridad%20Ocupacional%20de%20la%20Corporación%20Bancaria%20Internacional%20de%20Fomento,%20Grupo%20Banco%20Mundial.pdf>

- ✓ Decreto supremo.N°003 – 2009- vivienda. El peruano,perú,22 de mayo de 2011. p.443048.
http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/DS_2011_003.pdf
- ✓ HERNÁNDEZ, S. metodología de la investigación. quinta edición, México, 2010, p. 121-122.
ISBN: 978-607-15-0291-9
- ✓ HERNÁNDEZ, S. metodología de la investigación. quinta edición, México, 2010, p. 148.
ISBN: 978-607-15-0291-9
- ✓ HERNÁNDEZ, S. metodología de la investigación. quinta edición, México, 2010, p. 158.
ISBN: 978-607-15-0291-9
- ✓ HERNÁNDEZ, S. metodología de la investigación. quinta edición, México, 2010, p. 200.
ISBN: 978-607-15-0291-9
- ✓ HERNÁNDEZ, S. metodología de la investigación. quinta edición, México, 2010, p. 201.
ISBN: 978-607-15-0291-9
- ✓ HERNÁNDEZ, S. metodología de la investigación. quinta edición, México, 2010, p. 260.
ISBN: 978-607-15-0291-9
- ✓ HENK A. Ética ambiental y políticas internacionales. Francia: Ediciones UNESCO, 2010, p.25.
ISBN 978-92-3-304039-7
- ✓ MORALES, Nelly. [et al.]. Sistema de electrocoagulación como tratamiento de aguas residuales galvánicas. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 20(1):36p.
ISSN: 0124-8170
- ✓ NAVA,Gianangelo. Efluentes textiles y su efecto con las normativas del agua. Textiles Peruanos. [en línea]. Perú, (11): p.10 , Agosto 2013[fecha de consulta: 18mayo 2017]

Disponible en:

https://issuu.com/trattoriadonvito/docs/textiles_edic_11_final

- ✓ NAVA, Gianangelo y PEREZ José. Efluentes industriales en el sector textil. Mundo Textil. Perú, (121): p.46, Febrero 2013
- ✓ NAVA, Gianangelo y PEREZ José. Efluentes industriales en el sector textil. Mundo Textil. Perú, (121): p.47, Febrero 2013
- ✓ OROSCO, Carmen. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. 1ra ed. España: editorial Thomson, 2008, p.63.
ISBN: 978-84-9732-178-5
- ✓ OROSCO, Carmen. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. 1ra ed. España: editorial Thomson, 2008, p.88.
ISBN: 978-84-9732-178-5
- ✓ POLLI, Lirio. Tratamiento de efluentes, proceso de barros activados. Mundo Textil. [en línea]. Perú, (137): p.18, Octubre 2015 -[fecha de consulta: 18 mayo 2017]

Disponible en:

https://issuu.com/revistamundotextil/docs/mundo_textil_137_pdf_web_baja

- ✓ RAIMONDO, Mirko. Conociendo un poco mas sobre los colorantes parte II. Mundo textil. Perú, (125): p.14, Octubre 2013
- ✓ ROA, Gabriela; LINARES, Ivon y AMAYA, Araceli. "electrocoagulación". En: aplicaciones electroquímicas al tratamiento de las aguas residuales, Carlos Barrera (Coord.). España: Ed. Reverte ediciones, 2014, p.109.
ISBN: 978-607-7815-13-6
- ✓ ROA, Gabriela; LINARES, Ivon y AMAYA, Araceli. "electrocoagulación". En: aplicaciones electroquímicas al tratamiento de las aguas residuales, Carlos Barrera (Coord.). España: Ed. Reverte ediciones, 2014, p.167.
ISBN: 978-607-7815-13-6
- ✓ ROA, Gabriela; LINARES, Ivon y AMAYA, Araceli. "electrocoagulación". En: aplicaciones electroquímicas al tratamiento de las aguas residuales, Carlos Barrera (Coord.). España: Ed. Reverte ediciones, 2014, p.168-170.
ISBN: 978-607-7815-13-6

- ✓ ROA, Gabriela; LINARES, Ivon y AMAYA, Araceli. "electrocoagulación". En: aplicaciones electroquímicas al tratamiento de las aguas residuales, Carlos Barrera (Coord.). España: Ed. Reverte ediciones, 2014, p.174.
ISBN: 978-607-7815-13-6
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.55.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.56.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.57.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.58.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.59.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.60.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.61.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.69.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.74.
ISBN: 978-958-8692-06-7
- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.77.

ISBN: 978-958-8692-06-7

- ✓ SIERRA, Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Colombia: universidad de Medellín, 2011, p.82.

ISBN: 978-958-8692-06-7

- ✓ TAMAYO, Mario, 2004. El proceso de la investigación científica. [En línea]. 4ta. ed. México: Editorial limusa S.A, p.170. [fecha de consulta: 05 junio 2017] .ISBN: 968-18-5872-7

Disponible en:

<https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>

- ✓ TAMAYO, Mario, 2004. El proceso de la investigación científica. [En línea]. 4ta. ed. México: Editorial limusa S.A, p.176. [fecha de consulta: 05 junio 2017] .ISBN: 968-18-5872-7

Disponible en:

<https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>

- ✓ YEAN L. y AHMAD Z. Current Status of Textile Industry Wastewater Management and Research Progress in Malaysia: A Review Clean – Soil, Air, Water 2013, 41 (8), p.754. junio 2013

DOI: 10.1002/clen.201000318

ANEXOS

ANEXO N°1 Instrumentos (formato de ficha de observación)

TÍTULO : “PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE CONTAMINANTES DE LOS EFLUENTES DE LA EMPRESA TEXTIL - CHORRILLOS, 2017”				
Responsable: Apellidos y nombres	Firma	Correo	Tipo de Efluente	Ubicación
Soncco Quispe, Miriam Deysi		miriamsoncco3@gamil.com	Industrial - Textil	Chorrillos

Variable independiente (X) :Proceso de Electrocoagulación						
Fecha	Código de muestra	CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA		PARAMETROS DEL TRATAMIENTO		Observaciones
		Numero de electrodos	Tipo de Electrodo	Unidad de intensidad de corriente (A)	Tiempo (minutos)	

Fuente: elaboración propia

TITULO : “PROCESO DE ELECTROCOAGULACION PARA LA DISMINUCION DE CONTAMINANTES DE LOS EFLUENTES DE LA EMPRESA TEXTIL, CHORRILLOS - 2017”				
Responsable: Apellidos y nombres	Firma	Correo	Tipo de Efluente	Ubicación
Soncco Quispe, Miriam Deysi		miriamsoncco3@gamil.com	Industrial - Textil	Chorrillos

Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				Promedio sin tratamiento	Valores máximos admisibles	Observaciones
			1	2	3	4			
			Efluente sin tratamiento						
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm						----	
	Sólidos suspendidos totales	mg/L						500	
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	----						6-9	
	DBO ₅	mg/L						500	
	DQO							1000	

Fuente: Elaborado a partir del Anexo N°1 y 2 del D.S N° 021 – 2009 VIVIENDA
http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/DS_2011_003.pdf

TITULO : "PROCESO DE ELECTROCOAGULACION PARA LA DISMINUCION DE CONTAMINANTES DE LOS EFLUENTES DE LA EMPRESA TEXTIL, CHORRILLOS - 2017"				
Responsable: Apellidos y nombres	Firma	Correo	Tipo de Efluente	Ubicación
Soncco Quispe, Miriam Deysi		miriamsoncco3@gamil.com	Industrial - Textil	Chorrillos

TRATAMIENTO “_____” _____ min. / _____ A _____, _____									
Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	N° de repeticiones				Promedio con tratamiento	Valores máximos admisibles	Observaciones
			1	2	3	4			
			Efluente sin tratamiento						
PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm						-----	
	Sólidos suspendidos totales	mg/L						500	
PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	-----						6-9	
	DBO ₅	mg/L						500	
	DQO							1000	

Fuente: Elaborado a partir del Anexo N°1 y 2 del D.S N° 021 – 2009 VIVIENDA
http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/DS_2011_003.pdf

ANEXO N°2 Validaciones de los Instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Adeline Quiroz
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Dr. C. Quiroz
- 1.3. Especialidad del validador: Dr. C.
- 1.4. Nombre del instrumento: _____
- 1.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"
- 1.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				80	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					80	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Proceso de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características de la celda	Numero de electrodos	✓		
	Tipo de electrodo	✓		
Parámetros del Tratamiento	Unidad de intensidad de corriente	✓		
	Tiempo	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %.

- ☒ El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- ☐ El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho 16 noviembre del 2017

[Firma]
Firma del experto informante.

DNI N° 07744062 Teléfono N° _____



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Adina Xim
 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc. Inv.
 1.3. Especialidad del validador: Doc.
 1.4. Nombre del instrumento: _____
 1.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"
 1.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				80	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					80	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SEGUNDA VARIABLE: Disminución de Contaminantes de los Efluentes de la Empresa Textil

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros físicos	Conductividad eléctrica	✓		
	Sólidos suspendidos totales			
Parámetros químicos	pH			
	DQO			
	DBO ₅			
Eficiencia	Disminución de parámetros físicos	✓		
	Disminución de parámetros químicos			

I. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %.

- (☒) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho 16 noviembre del 2017

Firma del experto informante.

DNI N° 87744062 Teléfono N° _____

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Delgado Arenas, Antonio Leonardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coord. de Investigaciones de EP de Ing. Ambiental
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Químico - Metodólogo
 1.4. Nombre del instrumento: _____
 1.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"
 1.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					90%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Proceso de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características de la celda	Numero de electrodos	✓		
	Tipo de electrodo	✓		
Parámetros del Tratamiento	Unidad de intensidad de corriente	✓		
	Tiempo	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- ☒ El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
☐ El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho 16 noviembre del 2017


 Firma del experto informante.
 DNI N° 29621642 Teléfono N° 999106180



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Delgado Arenas, Antonio Leonardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coord. de Investigaciones de EP de Ing. Ambiental
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Químico - Metodología
 1.4. Nombre del instrumento: _____
 1.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"
 1.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					70%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					70%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					70%
4. Organización	Existe una organización lógica.					70%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					70%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					70%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					70%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					70%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					70%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					70%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						70%



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SEGUNDA VARIABLE: Disminución de Contaminantes de los Efluentes de la Empresa Textil

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros físicos	Conductividad eléctrica	✓		
	Sólidos suspendidos totales	✓		
Parámetros químicos	pH	✓		
	DQO	✓		
	DBO ₅	✓		
Eficiencia	Disminución de parámetros físicos	✓		
	Disminución de parámetros químicos	✓		

I. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho 16 noviembre del 2017


 Firma del experto informante.

DNI N° 27671642 Teléfono N° 999106180



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Mg. Sernaqué Aucacahuari, Fernando Antonio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Ambiental / Biólogo
 1.4. Nombre del instrumento: _____
 1.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorillos, 2017"
 1.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					81%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					95%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Proceso de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características de la celda	Numero de electrodos	✓		
	Tipo de electrodo	✓		
Parámetros del Tratamiento	Unidad de intensidad de corriente	✓		
	Tiempo	✓		

I. PROMEDIO DE VALORACIÓN: _____ %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho ____ noviembre del 2017

[Firma]

Firma del experto informante.

DNI N° 07268863 Teléfono N° 941424468



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Mg Sernaqué Aucacahuari, Fernando Antonio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
 1.3. Especialidad del validador: Ing. Ambiental / Biólogo
 1.4. Nombre del instrumento:
 1.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"
 1.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					81%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					95%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					95%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					95%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SEGUNDA VARIABLE: Disminución de Contaminantes de los Efluentes de la Empresa Textil

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros físicos	Conductividad eléctrica	✓		
	Sólidos suspendidos totales	✓		
Parámetros químicos	pH	✓		
	DQO	✓		
	DBO ₅	✓		
Eficiencia	Disminución de parámetros físicos	✓		
	Disminución de parámetros químicos	✓		

I. PROMEDIO DE VALORACIÓN: _____ %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho ____ noviembre del 2017

Firma del experto informante.

Firma del experto informante.

DNI N° 07268863 Teléfono N° 941424468

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Milton Cesar Tullume Chavesta

1.2. Cargo e institución donde labora: UCV - Ministerio Público

1.3. Especialidad del validador: Consultor del Ministerio Público - Eng. Forestal

1.4. Nombre del instrumento: _____

1.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"

1.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Proceso de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características de la celda	Numero de electrodos	/		
	Tipo de electrodo	/		
Parámetros del Tratamiento	Unidad de intensidad de corriente	/		
	Tiempo	/		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

() El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho ____ noviembre del 2017

Firma del experto informante.

DNI N° 07482588 Teléfono N° 966255191

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Milton Cesar Tullume Chavesta
 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV - Ministerio Público
 1.3. Especialidad del validador: Consultor del Ministerio Público - Eng Forestal
 1.4. Nombre del instrumento: _____
 1.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"
 1.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						90

SEGUNDA VARIABLE: Disminución de Contaminantes de los Efluentes de la Empresa Textil

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros físicos	Conductividad eléctrica	/		
	Sólidos suspendidos totales	/		
Parámetros químicos	pH	/		
	DQO	/		
	DBO ₅	/		
Eficiencia	Disminución de parámetros físicos	/		
	Disminución de parámetros químicos	/		

I. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %.

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, noviembre del 2017


 Firma del experto informante.

DNI N° 07482588 Teléfono N° 966255191

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES:

- 5.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Dr. BALEARNO RODRIGUEZ MEDOZA
- 5.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
- 5.3. Especialidad del validador: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
- 5.4. Nombre del instrumento: _____
- 5.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"
- 5.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				70%	
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				70%	
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				70%	
14. Organización	Existe una organización lógica.				70%	
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				70%	
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				70%	
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				70%	
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				70%	
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				70%	
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				70%	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					70%	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS O REACTIVOS DEL INSTRUMENTO

PRIMERA VARIABLE: Proceso de Electrocoagulación

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Características de la celda	Numero de electrodos	/		
	Tipo de electrodo	/		
Parámetros del Tratamiento	Unidad de intensidad de corriente	/		
	Tiempo	/		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 70 %.

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho 29 noviembre del 2017

[Firma]
Firma del experto informante.

DNI N° 09371112 Teléfono N° 996625900



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES:

5.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg: Dr. BALERIANO RODRIGUEZ MEUDORA

5.2. Cargo e institución donde labora: Docente

5.3. Especialidad del validador: Medio Ambiente y desarrollo sostenible

5.4. Nombre del instrumento: _____

5.5. Título de la investigación: "Proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil chorrillos, 2017"

5.6. Autor del instrumento: Soncco Quispe Miriam Deysi

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
11. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				70%	
12. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.				70%	
13. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				70%	
14. Organización	Existe una organización lógica.				70%	
15. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				70%	
16. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				70%	
17. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos				70%	
18. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				70%	
19. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				70%	
20. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				70%	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN					70%	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SEGUNDA VARIABLE: Disminución de Contaminantes de los Efluentes de la Empresa Textil

DIMENSION	INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Parámetros físicos	Conductividad eléctrica	/		
	Sólidos suspendidos totales	/		
Parámetros químicos	pH	/		
	DQO	/		
	DBO ₅	/		
Eficiencia	Disminución de parámetros físicos	/		
	Disminución de parámetros químicos	/		

I. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 70 %.

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho 29 noviembre del 2017

[Firma]

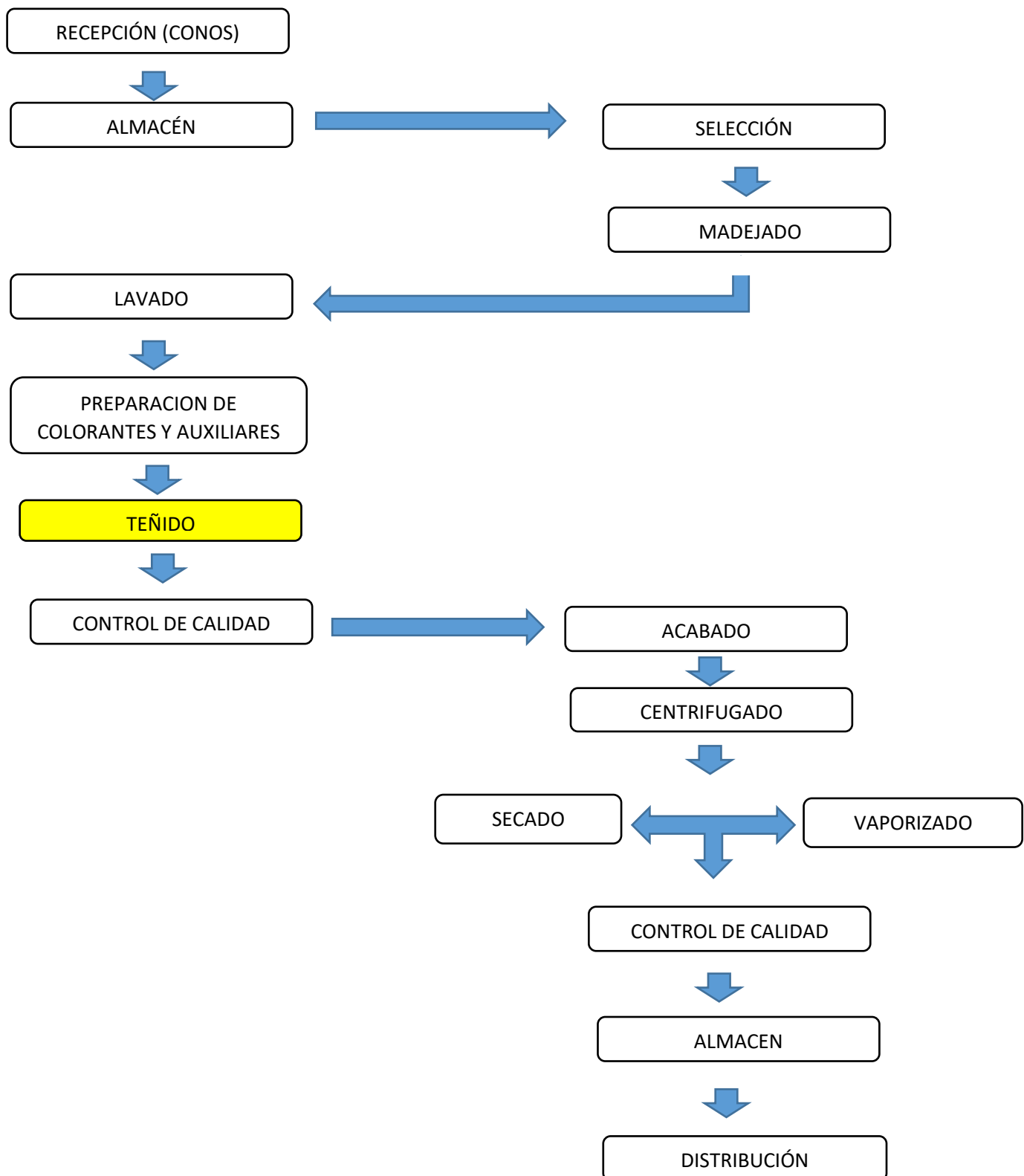
Firma del experto informante.

DNI N° 09371112 Teléfono N° 996625900

ANEXO N°3 Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA								
“PROCESO DE ELECTROCOAGULACION PARA LA DISMINUCION DE CONTAMINANTES DE LOS EFLUENTES DE LA EMPRESA TEXTIL, CHORRILLOS - 2017”								
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	CONCEPTO	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
¿Cuál es la capacidad del proceso de electrocoagulación para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos - 2017?	Evaluar la capacidad del proceso de electrocoagulación para la disminución de los contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos - 2017.	El proceso de electrocoagulación tiene la capacidad de disminuir los contaminantes de los efluentes de la empresa Textil, Chorrillos - 2017.	Variable independiente: “(X)” Proceso de Electrocoagulación	El tratamiento de electrocoagulación desestabiliza las partículas dispersas en el agua teniendo en cuenta la intensidad de corriente y el tiempo. [...] Usualmente se utilizan electrodos de hierro o aluminio. En este proceso y cuando se aplica corriente eléctrica, los ánodos producen iones de hierro (Fe ²⁺) o aluminio (Al ³⁺); estos iones generados son buenos coagulantes que son capaces de desestabilizar las partículas dispersas presentes en el agua (ROA, Gabriela; LINARES, Ivon y AMAYA, Araceli. 2014, p187.)	Para el adecuado tratamiento a partir del proceso de electrocoagulación se tendrá en cuenta el número de electrodos, el material a usar así como también la variación de intensidad de corriente y el tiempo esperando consigo un mejor tratamiento	CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA	Numero de electrodo	6
							Tipo de Electrodos	Aluminio – hierro
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO				PARÁMETROS DEL TRATAMIENTO	Unidad de intensidad de corriente	A/cm ²
							Tiempo	Minutos
¿Cómo influyen las características de la celda para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos - 2017?	Determinar la influencia de las características de la celda para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos - 2017.	Las características de la celda influyen significativamente en la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos - 2017.	Variable dependiente: “(Y)” Disminución de Contaminantes de los Efluentes de la Empresa Textil	Son todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domesticas ni aguas de escurrentía alterando en su composición física, química y biológica por consecuencia a la actividad humana (RODRIGUEZ, 2006, p.10)	Para la disminución de contaminantes se medirá esta variable a través del análisis de parámetros físicos y químicos, tomando en cuenta equipos y métodos estandarizados y serán comparados con los VMA. Se llevara un control de la eficiencia del tratamiento realizando 4 repeticiones	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
¿En qué medida favorece los parámetros del tratamiento para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos - 2017?	Determinar la influencia de los parámetros del tratamiento para la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos - 2017.	Los parámetros del tratamiento influyen significativamente en la disminución de contaminantes de los efluentes de la empresa textil, chorrillos - 2017.				PARÁMETROS FÍSICOS	Conductividad eléctrica	mS/cm
							Sólidos suspendidos totales	mg/L
						PARÁMETROS QUÍMICOS	pH	-----
							DBO ₅	mg/L
						EFICIENCIA	DQO	
							Disminución de parámetros físicos	%
							Disminución de parámetros químicos	

ANEXO N°4 Esquema del proceso productivo de la industria textil



ANEXO N°5 Valores máximos admisibles DS N° 021 – 2009 – vivienda

ARTICULO 2° Aprobación de los valores máximos admisibles (VMA) para el sector saneamiento En el **Anexo N°1** El usuario deberá pagar la tarifa establecida por el ente competente siempre y cuando sus descargas sobrepasen los parámetros fijados en el anexo N°1 del DS N° 021 – 2009 – vivienda, mientras que en el **Anexo N° 2** los parámetros establecidos no pueden ser sobrepasados en caso contrario el usuario será sujeto de suspensión del servicio.

Anexo N° 1

PARAMETRO	VMA	UNIDAD
DBO ₅	500.00	mg/l
DQO	1,000.00	mg/l
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	500.00	mg/l
ACEITES Y GRASAS	100.00	mg/l

Anexo N° 2

PARAMETRO	VMA	UNIDAD	PARAMETRO	VMA	UNIDAD
ALUMINIO	10.00	mg/l	NÍQUEL	4.00	mg/l
ARSÉNICO	0.50	mg/l	PLOMO	0.50	mg/l
BORO	4.00	mg/l	SULFATOS	500.00	mg/l
CADMIO	0.20	mg/l	SULFUROS	5.00	mg/l
CIANURO	1.00	mg/l	ZINC	10.00	mg/l
COBRE	3.00	mg/l	NITROGENO AMONICAL (2)	80.00	mg/l
CROMO HEXVALENTE	0.50	mg/l	pH	6 - 9	
CROMO TOTAL	10.00	mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES (2)	8.50	mg/l
MANGANESO	4.00	mg/l	TEMPERATURA (2)	< 35	°C
MERCURIO	0.02	mg/l			

(2) Muestras puntuales, los demás valores serán de muestras compuestas

FUENTE: Decreto supremo.N°003 – 2009- vivienda. El peruano, Perú, 22 de mayo de 2011.
p.443048 - 443053. http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/DS_2011_003.pdf

ANEXO N°6 Toma de muestra para el tratamiento por electrocoagulación

Figura N° 1 Pozo de toma de muestra.



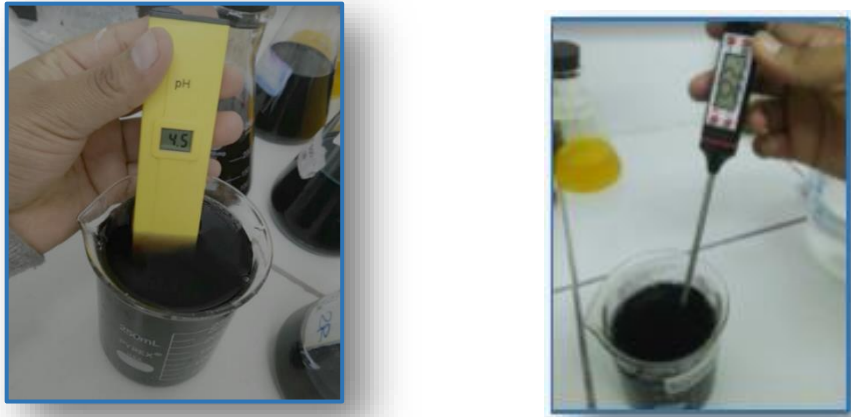
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2 Toma de muestras de efluentes de la empresa textil



Fuente: Elaboración propia

Figura Nº 3 Medición de pH y temperatura de los efluentes de la industria textil



Fuente: Elaboración propia

Figura Nº 4 Toma de muestra para el tratamiento de electrocoagulación y rotulado



Fuente: Elaboración propia

Figura Nº 5 Etiqueta del rotulado

EFLUENTE DE _____	
Ubicación: _____	
Muestra extraída de: _____	
Nº Muestra: _____	Cantidad: _____
Hora: _____	
Fecha: ____ / ____ / ____	
Investigador: _____	
Observación: _____	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°7 Tratamientos por electrocoagulación



Figura N° 6 Fuente de poder variable de 0-10 A.

Figura N° 7 Celda.



Figura N° 8 Electrodo de aluminio y hierro.

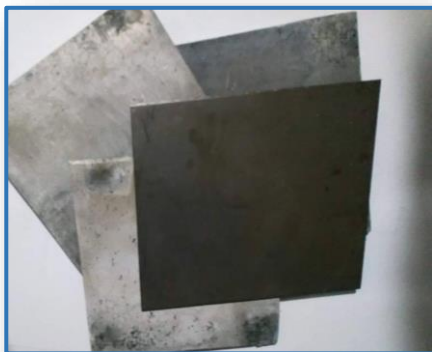


Figura N° 9 Cocodrilos y cables.

Figura N° 10 Variación de amperaje.

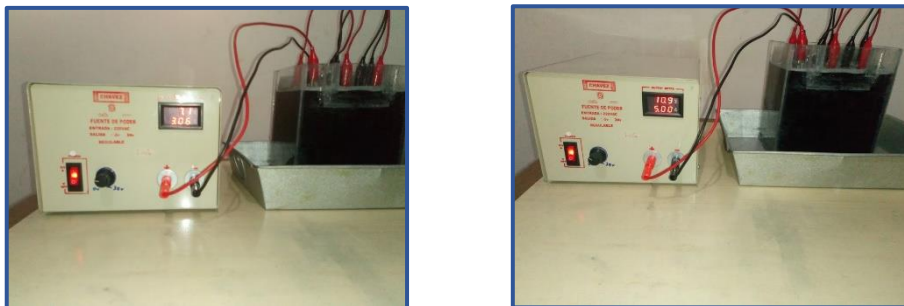


Figura N° 11 Sedimentación de Floccs y formación de espumas.



Figura N° 12 Toma de muestra.

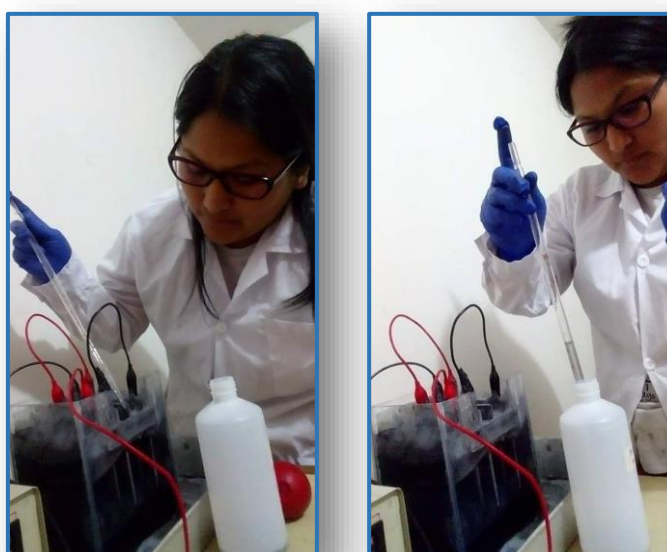




Figura N° 13 Filtración.

ANEXO N°8 Análisis de parámetros físicos



Figura N° 14 Mediciones de sólidos suspendidos totales.



Figura N° 15 Mediciones de conductividad eléctrica.

ANEXO N°9 Análisis de parámetros químicos

Figura N° 16 Mediciones de pH.



Figura N° 17 Mediciones de DBO₅.



Figura N° 18 Medición de DQO.



ANEXO N°10 Resultados de los tratamientos



Figura N° 19 Tratamientos con electrodos de aluminio.

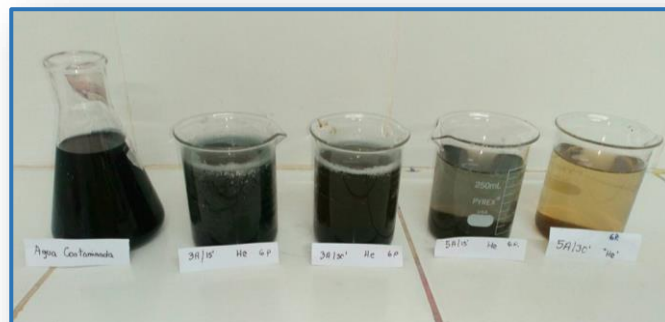



Figura N° 20 Tratamientos con electrodos de hierro.

ANEXO N°11 Informe de resultados de laboratorio de biotecnología

ENSAYO N° 11-2017- II -TESIS LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV INFORME DE RESULTADOS AGUAS

Empresa: Universidad cesar vallejo
Dirección: Av. Del parque 6ta cuadra, san juan de Lurigancho, lima
Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra: Efluentes industriales textiles
Identificación de la muestra: M.I.
Descripción de la muestra: Agua del proceso de teñido de fibra de alpaca
Muestra tomada por: Miriam Deysi, soncco quispe
Fecha de ingreso de muestra: 4 de septiembre del 2017
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 4 de septiembre del 2017

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
			M.I.
Temperatura	°C	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B	62.65
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 H B	4.41
Conductividad eléctrica	mS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2510 B	2.93
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 2540 D	715
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) APHA 5210 B	453
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B	1060



Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio De Biotecnología


V.º. D.º. Sergio Valdiviezo Gonzales

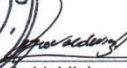
ENSAYO N° 11A-2017- II -TESIS
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV
INFORME DE RESULTADOS
AGUAS

Empresa: Universidad cesar vallejo
Dirección: Av. Del parque 6ta cuadra, san juan de Lurigancho, lima
Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra: Efluentes industriales
Identificación de la muestra: (Tratamiento con electrodos de hierro) T1, T2, T3, T4.
Descripción de la muestra: Agua del proceso de teñido de fibra de alpaca
Muestra tomada por: Miriam Deysi, soncco quispe
Fecha de ingreso de muestra: 12 de septiembre del 2017
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 14 de septiembre del 2017

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO			
			T1	T2	T3	T4
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 H B	9.91	11	10.7	10.8
Conductividad eléctrica	mS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2510 B	2.69	2.85	2.80	2.71
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 2540 D	83	58.50	39	28.5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) APHA 5210 B	52.23	37.48	41.4	21.88
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B	459.74	410.07	151.04	106.47


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio De Biotecnología



V.º B.º  Sergio Valdiviezo Gonzales

ENSAYO N° 11B-2017- II -TESIS

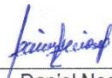
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV


INFORME DE RESULTADOS

AGUAS

Empresa: Universidad cesar vallejo
Dirección: Av. Del parque 6ta cuadra, san juan de Lurigancho, lima
Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
Tipo de muestra: Efluentes industriales
Identificación de la muestra: (Tratamiento con electrodos de aluminio) T5, T6, T7, T8.
Descripción de la muestra: Agua del proceso de teñido de fibra de alpaca
Muestra tomada por: Miriam Deysi, soncco quispe
Fecha de ingreso de muestra: 23 de septiembre del 2017
Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de biotecnología -UCV
Fecha de realización de ensayos: 25 de septiembre del 2017

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO			
			T5	T6	T7	T8
Potencial de hidrógeno (pH)	Numérico	APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 H B	9.13	9.2	8.38	8.50
Conductividad eléctrica	mS/cm	APHA-AWWA-WEF (2005) método 2510 B	3.34	2.25	2.05	1.92
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 2540 D	48	45.75	38.75	20.5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) APHA 5210 B	31.18	25.68	20.63	18.15
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B	20.89	20.19	14.13	9.68


Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio De Biotecnología


V. B. Mg. Lorgio Valdiviezo Gonzales

ANEXO N°12 Originalidad de Tesis TURNITIN

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo **Antonio Leonardo Delgado Arenas**, docente de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad César Vallejo, **Lima Este** (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE CONTAMINANTES DE LOS EFLUENTES DE LA EMPRESA TEXTIL, CHORRILLOS - 2017

Del (de la) estudiante **Miriam Deysi, Soncco Quispe** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **0 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 18 de Diciembre del 2017


Dr. Antonio Leonardo Delgado Arenas
Coordinador de Investigación
E.P de Ingeniería Ambiental
UCV. Lima Este
DNI 29671642

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------